

UNIVERSIDADE DE LISBOA

INSTITUTO DE EDUCAÇÃO



**OS CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO PARA O
DESENVOLVIMENTO DA AUTORREGULAÇÃO
DAS APRENDIZAGENS**

UM ESTUDO COM ALUNOS DO ENSINO SECUNDÁRIO NO
ÂMBITO DA DISCIPLINA DE FÍSICA E QUÍMICA

Inês Duarte Bruno

DOUTORAMENTO EM EDUCAÇÃO

Didática das Ciências

2013

UNIVERSIDADE DE LISBOA

INSTITUTO DE EDUCAÇÃO



**OS CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO PARA O
DESENVOLVIMENTO DA AUTORREGULAÇÃO
DAS APRENDIZAGENS**

**UM ESTUDO COM ALUNOS DO ENSINO SECUNDÁRIO NO
ÂMBITO DA DISCIPLINA DE FÍSICA E QUÍMICA**

Inês Duarte Bruno

Tese orientada pelas Prof.^{as} Doutoras Leonor Santos e Nilza Costa,
especialmente elaborada para a obtenção do grau de doutor em Didática
das Ciências

2013

AGRADECIMENTOS

À Professora Leonor Santos pelas suas preciosas sugestões e críticas pertinentes, pelas suas palavras de incentivo, pela sua disponibilidade constante para me apoiar neste percurso e pela sua amizade.

À Professora Nilza Costa por todas as sugestões e críticas pertinentes.

Aos alunos que participaram no estudo, em especial aos alunos que constituíram os estudos de caso, pela receptividade e disponibilidade que demonstraram.

À minha mãe por toda a ajuda que me deu ao longo destes anos para que eu tivesse mais tempo para me dedicar a este trabalho.

À Beta e à minha irmã pelas sugestões que me deram.

Aos Professores e colegas que no III e IV Fóruns de Jovens Investigadores me proporcionaram outros pontos de vista para refletir.

Ao Bruno e aos meus filhotes por perdoarem as minhas ausências e os momentos de maior cansaço (e pouca paciência para brincadeiras).

À Fundação para a Ciência e Tecnologia – MCTES que concedeu uma bolsa para a realização deste doutoramento (contrato SFRH/BD/36083/2007) e ao Ministério de Educação e Ciência.

RESUMO

O presente estudo pretende examinar e clarificar o processo de aprendizagem da Física e Química (fundamentalmente ao nível das competências investigativas) através da autorregulação mediada pela apropriação de critérios de avaliação. Para tal, defini as seguintes questões de investigação: i) De que modo alunos do ensino secundário apropriam os critérios de avaliação de relatórios de tarefas investigativas de Física e Química?; ii) Qual o contributo da apropriação dos critérios de avaliação no desenvolvimento de competências investigativas e da competência de autoavaliação?

O estudo segue uma metodologia de investigação interpretativa, baseada em estudos de caso. Os participantes são alunos de uma turma do ensino secundário, entre os quais foram selecionados dois (a Sara e o Gustavo), objetos de estudos de caso. A recolha de dados recorreu: i) à observação participante das aulas que envolveram o desenvolvimento de quatro tarefas investigativas e respetivos relatórios e reflexões escritas, ao longo de dois anos letivos; ii) ao inquérito, através de entrevistas, com registo áudio, aos alunos que constituíram os casos e de questionários aplicados a todos os alunos da turma e; iii) à recolha documental, fundamentalmente os relatórios e respetivas reflexões escritas. Relativamente à análise de dados, recorri a categorias definidas durante o processo de análise e com base no referencial teórico do estudo.

Os resultados sugerem que a Sara, menos confiante e mais conformada, ajusta e autocontrola mais facilmente os padrões autoimpostos. O Gustavo parece necessitar de identificar vantagens em desenvolver a produção de uma determinada forma, em detrimento dos seus padrões. A identificação dos critérios não compreendidos parece ser favorecida sobretudo pelas interações professor-aluno acerca das produções dos alunos. Para aplicar os critérios de avaliação os alunos recorrem a estratégias de autorregulação (interação crítica consigo próprios, pedido de ajuda, consulta de fontes de informação, tomada de decisões para ultrapassar dificuldades, utilização do erro e criação de um ambiente favorável), ainda que o modo e a frequência com que as utilizam varie, o que parece estar relacionado com o perfil dos alunos.

Quanto ao papel dos recursos utilizados na apropriação dos critérios de avaliação, a rúbrica (que consiste numa grelha com descritores dos níveis de desempenho) constituiu um documento orientador. Os relatórios anteriores fomentaram a aprendizagem através do erro. O relatório-exemplo facilitou a compreensão do que se pretendia (sobretudo aspetos gráficos e estruturais) e, num dos casos, foi, ainda, um modelo a imitar relativamente a aspetos estruturais e de terminologia. A interação entre pares favoreceu principalmente a colmatação de dificuldades na aplicação dos critérios de avaliação. O feedback favoreceu a compreensão do que se pretendia, a identificação de erros e lacunas, a realização de reflexões mais profundas e fidedignas e, ainda, a reformulação de aspetos menos conseguidos.

A apropriação dos critérios de avaliação parece ter fomentado o desenvolvimento de competências processuais, conceptuais, de comunicação, assim como, sociais e atitudinais, ainda que, algumas aprendizagens do foro conceptual tivessem sido pouco consistentes. Ocorreu evolução na competência de autoavaliação, ainda que seja um processo em desenvolvimento, que necessita de uma prática sistemática e prolongada.

Em futuras investigações seria importante alargar este estudo a alunos de outros níveis de ensino e com outras características, incidindo, também, noutros instrumentos de aprendizagem/avaliação e áreas disciplinares. Para além disso, seria importante investigar formas de levar os alunos a refletir mais profunda e criticamente sobre os processos utilizados e sobre as suas produções.

Palavras-chave: Autoavaliação; Critérios de avaliação; Aprendizagem autorregulada; Aprendizagem por investigação em Física e Química; Ensino secundário.

ABSTRACT

The aim of the present study was to investigate and clarify the process of learning Physics and Chemistry (with special emphasis on the inquiry skills) through self-regulation mediated by the appropriation of assessment criteria. The following research questions were defined: i) How do students of secondary school seize the assessment criteria of Physics and Chemistry inquiry reports?; ii) What is the contribution of the appropriation of assessment criteria for the development of inquiry skills and students' self-assessment?

Interpretative research was used to achieve these goals, based on case-studies. The participants of the study were students of a secondary school class, with two of them (Sara and Gustavo) being selected for case-studies. Data collection included: i) participant observation of students during lessons involving the development of four inquiry tasks plus students' reports and written reflections, over two academic years; ii) interviews with audio record to the case-study students; iii) questionnaires to all the students in the class, and; iv) documentation that consisted mostly of students' reports and written reflections. Data analysis used categories that were defined during the analysis, taking into account the theoretical framework.

The results suggest that Sara, which is less confident and critical, adjusts and auto-controls her own criteria more easily. Gustavo seems to need to identify a clear advantage in developing the assignments in a way that opposes their own quality criteria. Identifying criteria that were not easily understood appeared to be facilitated by the interaction between the teacher and the student, when discussing the assignments produced by the students. In order to apply the assessment criteria, students used strategies of self-regulation (critical interaction with themselves, search for help, collection of information from available sources, taking decisions in order to overcome difficulties, learning from mistakes, and creating more favourable environments). The way and frequency of using these strategies was variable and appeared to be related to the students' profile.

Regarding the role of the resources used for the appropriation the assessment criteria, the rubric was regarded as a guiding document. Former reports were conducive to learning from mistakes. An example-report helped the students to understand what was asked from them (especially in what concerned format and layout) and for one of the students it was regarded as a model to copy the layout and terminology. The interaction between pairs favoured mainly the overcome of difficulties in applying the assessment criteria. Feedback favoured understanding of goals, identification of mistakes and omissions, development of deeper and accurate reflections and, also, the production of an improved version of the original assignment.

The appropriation of assessment criteria stimulated the development of procedural, conceptual, attitudinal and communication competencies, despite some conceptual learning not being achieved. There was evolution of the self-assessment competence, but this revealed to be a continuous process, that requires systematic and prolonged practice.

Future research should extend this work to students of other years and levels, with different characteristics, and include additional tools of learning/assessment, as well as additional disciplines. Moreover, it would be important to investigate ways to stimulate the students to reflect more critically and in detail on their learning procedures and on their assignments.

Keywords: Self-assessment; Assessment criteria; Self-regulated learning; Inquiry in Physics and Chemistry; Secondary school.

ÍNDICE

Agradecimentos	i
Resumo	iii
Abstract.....	v
Índice	vii
Índice de quadros.....	xi
Índice de figuras	xii
 CAPÍTULO 1 - Introdução.....	1
Motivações do estudo	1
Da relevância do estudo aos problemas e questões de investigação	3
Organização global do estudo	8
 CAPÍTULO 2 - Ensino por investigação.....	11
A emergência do ensino por investigação	12
As características do ensino por investigação	15
As três fases na implementação do ensino por investigação	19
As potencialidades do ensino por investigação evidenciadas por estudos empíricos	22
Dificuldades, constrangimentos e soluções	30
Síntese.....	34
 CAPÍTULO 3 - A evolução das perspectivas e práticas avaliativas	37
As quatro gerações da avaliação.....	38
Os diferentes pontos de referência.....	40
As finalidades da avaliação	42
As políticas educativas e orientações no que concerne à avaliação	44
Da teoria à prática.....	49
Síntese.....	53
 CAPÍTULO 4 - A aprendizagem autorregulada mediada pela autoavaliação.....	55
A aprendizagem autorregulada.....	56
Definição e modelos de autorregulação.....	56
Estratégias autorregulatórias: conceções dos professores e programas de intervenção.....	61
A avaliação reguladora	67
Ferramentas e processos para o desenvolvimento da autoavaliação	74
O feedback.....	74
Os critérios de avaliação	80
Definição e características.....	81
A apropriação dos critérios de avaliação	84
As rúbricas.....	91
A metacognição	94
Constrangimentos e recomendações para o desenvolvimento da autoavaliação.....	99
Síntese.....	102
 CAPÍTULO 5 - Metodologia.....	105
Opções metodológicas.....	105

Abordagem qualitativa/interpretativa	105
Estudo de caso	109
O papel da investigadora	111
Os participantes	116
As docentes.....	116
A docente-investigadora.....	116
A docente participante	117
A turma	119
No ano letivo 2008/09	119
No ano letivo 2009/10	121
Os casos	122
Procedimentos e técnicas de recolha de dados	126
A observação	127
A entrevista.....	132
O questionário	137
A recolha documental.....	138
Síntese.....	139
Procedimentos e técnicas de análise de dados.....	140
Crítérios de qualidade e questões éticas	147
CAPÍTULO 6 - Proposta didática	153
As tarefas	153
Tarefa 1. À procura das propriedades da areia	155
Tarefa 2. Lei de Avogadro.....	156
Tarefa 3. Balanço energético num sistema termodinâmico.....	157
Tarefa 4. Parque aquático	158
Os relatórios.....	159
A rubrica e grelha com os critérios de avaliação	162
A primeira versão da rubrica	163
A segunda versão da rubrica.....	167
A grelha com os critérios de avaliação	175
Instrumentos de suporte à realização da reflexão escrita	179
Primeira tarefa	179
Segunda e terceira tarefas	179
Quarta tarefa	180
Síntese.....	181
CAPÍTULO 7 – O caso do Gustavo	183
Apresentação do aluno.....	183
Os critérios de avaliação	185
Análise do processo de apropriação dos critérios de avaliação.....	185
Introdução	185
Planificação	195
Procedimento	206
Registo e tratamento de dados	213
Conclusões & reflexão.....	225
Estrutura e apresentação global	234
O papel das estratégias e recursos na apropriação dos critérios de avaliação	237
Rubrica/grelha com os critérios de avaliação	237
Relatórios de tarefas anteriores e relatório-exemplo	243
Interações com os pares	245

Feedback.....	247
Autoavaliação	253
As reflexões sobre os relatórios.....	253
As reflexões que culminaram na reformulação do relatório.....	258
As perspectivas do Gustavo acerca da autoavaliação	262
Síntese.....	265
CAPÍTULO 8 – O caso da Sara.....	269
Apresentação da aluna	269
Os critérios de avaliação.....	271
Análise do processo de apropriação dos critérios de avaliação	271
Introdução	271
Planificação	283
Procedimento	297
Registo e tratamento de dados	303
Conclusões & reflexão.....	315
Estrutura e apresentação global	327
O papel das estratégias e recursos na apropriação dos critérios de avaliação	328
Rúbrica/grelha com os critérios de avaliação	328
Relatórios de tarefas anteriores e relatório-exemplo	332
Interações com os pares	335
Feedback.....	339
Autoavaliação	347
As reflexões sobre os relatórios.....	347
As reflexões que culminaram na reformulação do relatório.....	353
As perspectivas da Sara acerca da autoavaliação	356
Síntese.....	360
CAPÍTULO 9 – Opinião dos alunos sobre os critérios de avaliação, a sua apropriação e o desenvolvimento da autoavaliação	365
Conceções sobre os critérios de avaliação.....	365
O papel das estratégias e recursos na compreensão dos critérios de avaliação	371
A autoavaliação	374
Síntese.....	377
CAPÍTULO 10 - Conclusões.....	379
Síntese do estudo	379
Discussão dos resultados e conclusões	381
A compreensão, valorização e aplicação dos critérios de avaliação	381
O papel das estratégias e recursos na apropriação dos critérios de avaliação	388
Rúbrica/grelha com critérios de avaliação.....	388
Relatórios de tarefas anteriores e relatório-exemplo	389
Interação com os pares	391
Feedback.....	392
A aprendizagem mediada pela apropriação dos critérios de avaliação	395
O desenvolvimento de competências investigativas no âmbito da Física e Química	395
O desenvolvimento da competência de autoavaliação	396
Limitações do estudo	399
Implicações do estudo e sugestões para futuras investigações.....	402

Referências bibliográficas	405
Anexos.....	431
Anexo 1 - Pedido de autorização ao conselho executivo/direção da escola.....	433
Anexo 2 - Pedido de autorização de gravações aos encarregados de educação	434
Anexo 3 - Pedido de autorização de entrevistas aos encarregados de educação	435
Anexo 4 - 1. ^a Tarefa: À procura das propriedades da areia	436
Anexo 5 - 2. ^a Tarefa: Lei de Avogadro	437
Anexo 6 - 3. ^a Tarefa: Balanço energético num sistema termodinâmico	440
Anexo 7 - 4. ^a Tarefa: Parque aquático	441
Anexo 8 - 5. ^a Tarefa: O poder energético dos combustíveis	444
Anexo 9 - Guião de elaboração do relatório.....	446
Anexo 10 - Indicadores dos níveis de desempenho no relatório (1. ^a versão da rúbrica).....	448
Anexo 11 - Indicadores dos níveis de desempenho no relatório (2. ^a versão da rúbrica).....	450
Anexo 12 - Grelha com os critérios de avaliação	452
Anexo 13 - Ficha de apoio à reflexão escrita (1. ^a versão)	453
Anexo 14 - Ficha de apoio à reflexão escrita (2. ^a versão)	455
Anexo 15 - Questionário inicial	456
Anexo 16 - Questionário final	457
Anexo 17 - Guião de entrevista aos alunos (após cada tarefa).....	460
Anexo 18 - Guião de entrevista aos alunos final	465
Anexo 19 - Guião de entrevista à professora participante	466
Anexo 20 - Relatório-exemplo	467
Anexo 21 - Categorias de análise relativas às reflexões realizadas pelos alunos constituídos casos sobre os relatórios.....	471
Anexo 22 - Análise da reflexão sobre a primeira versão do relatório da primeira tarefa do Gustavo.....	472
Anexo 23 - Análise da reflexão sobre a segunda versão do relatório da primeira tarefa do Gustavo.....	473
Anexo 24 - Análise da reflexão sobre a primeira versão do relatório da segunda tarefa do Gustavo.....	474
Anexo 25 - Análise da reflexão sobre a segunda versão do relatório da segunda tarefa do Gustavo.....	475
Anexo 26 - Análise da reflexão sobre a segunda versão do relatório da segunda tarefa do Gustavo.....	476
Anexo 27 - Análise da reflexão sobre a primeira versão do relatório da primeira tarefa da Sara	477
Anexo 28 - Análise da reflexão sobre a segunda versão do relatório da primeira tarefa da Sara	478
Anexo 29 - Análise da reflexão sobre a primeira versão do relatório da segunda tarefa da Sara	479
Anexo 30 - Análise da reflexão sobre a primeira versão do relatório da quarta tarefa da Sara	480

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1. – Grau de abertura das tarefas de investigação	18
Quadro 2.2. – Síntese das características e resultados de estudos acerca das potencialidades do ensino por investigação no âmbito das três dimensões do ensino das ciências	25
Quadro 5.1. – Caracterização dos alunos que constituíram os casos	124
Quadro 5.2. – Indicação da data, local e atividades observadas e caracterização do tipo de observação e do registo áudio realizado	131
Quadro 5.3. – Recolha de dados: técnicas, fontes e tipos de dados recolhidos	140
Quadro 5.4. – Estrutura e categorias de análise da apropriação dos critérios de avaliação	144
Quadro 6.1. – Descritores referentes à introdução da primeira versão da rubrica	164
Quadro 6.2. – Descritores referentes à apresentação das estratégias e previsão dos resultados da primeira versão da rubrica	164
Quadro 6.3. – Descritores referentes ao procedimento da primeira versão da rubrica	165
Quadro 6.4. – Descritores referentes aos resultados da primeira versão da rubrica	165
Quadro 6.5. – Descritores referentes às conclusões da primeira versão da rubrica	166
Quadro 6.6. – Descritores referentes à reflexão da primeira versão da rubrica	166
Quadro 6.7. – Descritores referentes à organização lógico-temática e terminologia científica da primeira versão da rubrica	167
Quadro 6.8. – Descritores referentes à apresentação da primeira versão da rubrica	167
Quadro 6.9. – Descritores referentes à introdução da segunda versão da rubrica	168
Quadro 6.10. – Descritores referentes à apresentação das estratégias e previsão dos resultados da segunda versão da rubrica	170
Quadro 6.11. – Descritores referentes ao procedimento da segunda versão da rubrica	172
Quadro 6.12. – Descritores referentes aos resultados da segunda versão da rubrica	172
Quadro 6.13. – Descritores referentes às conclusões & reflexão da segunda versão da rubrica	173
Quadro 6.14. – Descritores referentes à organização, escrita e linguagem científica da segunda versão da rubrica	174
Quadro 6.15. – Descritores referentes à apresentação da segunda versão da rubrica	175
Quadro 6.16. – Excerto da grelha com os critérios de avaliação dos relatórios	177
Quadro 7.1. – Identificação dos critérios de avaliação/itens que parecem ter sido compreendidos (ou não) por Gustavo apenas a partir da discussão inicial dos critérios de avaliação e da leitura da rubrica	239
Quadro 7.2. – Apresentação de dados empíricos que ilustram o carácter formativo do feedback escrito que promoveu o desenvolvimento da segunda versão	250
Quadro 8.1. – Identificação dos critérios de avaliação/itens que parecem ter sido compreendidos (ou não) pela Sara apenas a partir da discussão inicial dos critérios de avaliação e da leitura da rubrica	329
Quadro 8.2. – Apresentação de dados empíricos que ilustram o carácter formativo do feedback escrito que promoveu o desenvolvimento e argumentação da segunda versão	342

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1. – Pirâmide da avaliação reconfigurada	44
Figura 3.2. – Pirâmide da avaliação tradicional	44
Figura 4.1. – Quatro fases da avaliação	71
Figura 6.1. – Definição dos objetivos da primeira versão do relatório da primeira tarefa do Vasco	169
Figura 6.2. – Fundamentação teórica do relatório da terceira tarefa do Sandro e da Mariana	176
Figura 6.3. – Excerto da fundamentação teórica do relatório da terceira tarefa da Sofia, Leonor, Afonso e Tomás	178
Figura 6.4. – Reflexão escrita da Beatriz acerca da segunda versão do relatório da primeira tarefa	180
Figura 6.5. – Excerto da reflexão escrita acerca da primeira versão do relatório da segunda tarefa da Luísa e Maria	181
Figura 7.1. – Fundamentação teórica da segunda versão do relatório da primeira tarefa	189
Figura 7.2. – Excerto da introdução comentada da primeira versão do relatório da segunda tarefa	190
Figura 7.3. – Excerto da introdução da segunda versão do relatório da segunda tarefa	191
Figura 7.4. – Excerto da planificação na primeira versão do relatório da primeira tarefa	199
Figura 7.5. – Excerto do feedback fornecido à planificação da primeira versão do relatório da segunda tarefa	201
Figura 7.6. – Planificação comentada da segunda versão do relatório da segunda tarefa	201
Figura 7.7. – Procedimento comentado da primeira versão do relatório da primeira tarefa	207
Figura 7.8. – Excerto do procedimento comentado da segunda versão do relatório da segunda tarefa	208
Figura 7.9. – Excerto do procedimento da segunda versão do relatório da primeira tarefa	210
Figura 7.10. – Excerto do procedimento da primeira versão do relatório da segunda tarefa	211
Figura 7.11. – Esquema ilustrativo do procedimento proposto pelo Gustavo para o relatório da quarta tarefa	213
Figura 7.12. – Excerto do registo e tratamento de dados comentados da primeira versão do relatório da segunda tarefa	215
Figura 7.13. – Excerto do registo de dados da segunda versão do relatório da segunda tarefa	216
Figura 7.14. – Excerto do tratamento de dados comentados da segunda versão do relatório da primeira tarefa	221
Figura 7.15. – Excerto do tratamento de dados da primeira versão do relatório da quarta tarefa	222
Figura 7.16. – Excerto das conclusões & reflexão comentadas da primeira versão do relatório da quarta tarefa	225
Figura 7.17. – Excerto das conclusões comentadas da primeira versão do relatório da primeira tarefa	226

Figura 7.18. – Excerto das conclusões & reflexão comentadas da primeira versão do relatório da segunda tarefa.....	227
Figura 8.1. – Fundamentação teórica do relatório da terceira tarefa.....	276
Figura 8.2. – Excerto da fundamentação teórica da primeira versão do relatório da segunda tarefa.....	277
Figura 8.3. – Excerto da fundamentação teórica da segunda versão do relatório da segunda tarefa.....	278
Figura 8.4. – Excerto da planificação da primeira versão do relatório da primeira tarefa.....	287
Figura 8.5. – Excerto da planificação do relatório da terceira tarefa.....	287
Figura 8.6. – Excerto da preparação da planificação do relatório da quarta tarefa....	288
Figura 8.7. – Excerto da planificação da primeira versão do relatório da segunda tarefa.....	288
Figura 8.8. – Excerto da planificação da primeira versão do relatório da primeira tarefa.....	289
Figura 8.9. – Excerto da planificação do relatório da terceira tarefa.....	289
Figura 8.10. – Excerto da preparação da planificação do relatório da quarta tarefa..	290
Figura 8.11. – Excerto da preparação da planificação do relatório da quarta tarefa..	294
Figura 8.12. – Excerto do tratamento de dados da primeira versão do relatório da segunda tarefa.....	294
Figura 8.13. – Excerto do procedimento da primeira versão do relatório da primeira tarefa.....	298
Figura 8.14. – Procedimento do relatório da terceira tarefa.....	301
Figura 8.15. – Excerto do procedimento da primeira versão do relatório da segunda tarefa.....	302
Figura 8.16. – Esquema ilustrativo do procedimento apresentado na preparação do relatório da quarta tarefa.....	303
Figura 8.17. – Registo de dados da segunda versão do relatório da segunda tarefa...	306
Figura 8.18. – Registo de dados da segunda versão do relatório da quarta tarefa.....	307
Figura 8.19. – Registo de dados do relatório da terceira tarefa.....	308
Figura 8.20. – Excerto do tratamento de dados do relatório da terceira tarefa.....	311
Figura 8.21. – Excerto do tratamento de dados da primeira versão do relatório da segunda tarefa.....	313
Figura 8.22. – Excerto do tratamento de dados da segunda versão do relatório da segunda tarefa.....	314
Figura 8.23. – Excerto das conclusões comentadas da primeira versão do relatório da quarta tarefa.....	319
Figura 8.24. – Excertos das conclusões da primeira versão do relatório da segunda tarefa.....	320
Figura 8.25. – Excerto das conclusões do relatório da terceira tarefa.....	320
Figura 8.26. – Excerto das conclusões do relatório da quarta tarefa.....	320
Figura 8.27. – Excerto das conclusões & reflexão da segunda versão do relatório da quarta tarefa.....	323
Figura 8.28. – Excerto do feedback fornecido na introdução da primeira versão do relatório da segunda tarefa.....	341
Figura 8.29. – Excerto do procedimento da segunda versão do relatório da quarta tarefa.....	344
Figura 9.1. – Gráfico sobre as conceções dos alunos acerca das funções dos critérios de avaliação no início e no fim do estudo.....	367

Figura 9.2. – Gráfico com o número de alunos que indicaram cada uma das estratégias em 1.º, 2.º, 3.º, 4.º, 5.º e 6.º lugar de ordem de importância para a compreensão dos critérios de avaliação..... 372

CAPÍTULO 1

Introdução

Neste capítulo faço uma breve introdução ao trabalho de investigação desenvolvido começando por dar a conhecer as razões que me motivaram a desenvolvê-lo. De seguida, descrevo, de modo sucinto, a sua pertinência, indico os seus objetivos e as questões que o nortearam e termino com uma visão geral da organização dos capítulos do estudo.

Motivações do estudo

O meu interesse pelo tema da avaliação ao serviço das aprendizagens emergiu quando frequentei a cadeira de Avaliação das aprendizagens, durante a parte curricular do mestrado. Até essa altura, enquanto docente, a minha principal preocupação no que concerne à avaliação centrava-se no rigor, fidelidade e validade dos instrumentos que utilizava com a função sumativa. No entanto, a frequência desta cadeira fez-me encarar a avaliação de uma forma totalmente diferente. Atendendo a que o professor deve, acima de tudo, auxiliar os alunos no processo de aprendizagem, a avaliação deve, antes de mais, facilitar este processo. Para além disso, a avaliação *para* a aprendizagem envolve um conhecimento profundo acerca do desempenho do aluno (tais como as suas dificuldades e as causas que lhes estão subjacentes, assim como os sucessos alcançados) para que ocorra uma reorientação dos percursos de aprendizagem e se desenvolvam as competências pretendidas. Ora, este conhecimento também favorece a realização de

uma avaliação certificativa mais sustentada, justa e equitativa (Santos, 2003). Assim, existem muitas razões para desenvolver esta modalidade de avaliação.

Tendo em conta que as minhas práticas, até ao momento, não recorriam a esta modalidade de avaliação de forma sistemática, estruturada, refletida e fundamentada, procurei encontrar na investigação algumas respostas para as minhas preocupações e interesses. Em 2005, no âmbito da dissertação de mestrado, decidi estudar o feedback fornecido às produções dos alunos, uma vez que os comentários escritos, quando têm determinadas características, podem favorecer a realização de aprendizagens e conduzir a melhores desempenhos (Black & Wiliam, 1998; Hattie & Timperley, 2007). À medida que fui aprofundando conhecimentos na área da avaliação formativa, foi crescendo o meu interesse por estratégias que fomentam a autonomia dos alunos, emergindo, assim, o tema da autoavaliação como foco deste estudo.

Senti que a realização do mestrado trouxe muitos ganhos no que diz respeito à compreensão da avaliação formativa e também teve implicações na minha prática profissional, mas também percebi, por um lado, que a mudança é um processo lento e complexo e, por outro, que o tema em que me centrei no mestrado (o feedback) constitui apenas um degrau para se promover uma aprendizagem autorregulada e, por isso, quis ir mais além. Decidi, então, continuar a utilizar a investigação como um meio para aprofundar e alargar conhecimentos e melhorar as minhas práticas ingressando no doutoramento.

Tendo em conta que os temas estudados no âmbito do mestrado e do doutoramento surgiram de preocupações e interesses em relação à minha prática profissional, optei, nos dois casos, por investigar na própria prática. O professor/investigador ao criar conhecimento acerca de como agir para que uma determinada mudança ocorra, facilita a ocorrência dessa mudança (Crawford & Adler, 1996). Um dos pontos fracos da minha prática profissional (e também do trabalho que desenvolvi no mestrado) prendia-se com o facto de não partilhar com os alunos os critérios de avaliação de muitas das tarefas propostas. Porém, estes são fundamentais para que os alunos consigam regular o seu processo de aprendizagem. É fundamental que compreendam aquilo que deles é esperado. Como tal, considereei que deveria investir no desenvolvimento de estratégias que promovessem a apropriação dos critérios de avaliação e no estudo do modo como essa apropriação ocorre.

Apesar de uma das minhas grandes motivações ser pessoal (o meu próprio desenvolvimento pessoal e profissional), o tema que escolhi trabalhar constitui uma área em que ainda há muito por fazer, tanto ao nível da investigação, como das práticas dos professores e, portanto, também me estimulou poder contribuir para o enriquecimento do conhecimento existente e apontar algumas pistas que favoreçam a realização de uma avaliação reguladora. Pelo que me vou apercebendo nos meios em que me insiro, e que tem sido corroborado por alguns estudos, nomeadamente portugueses (Barreira & Pinto, 2005; Fernandes, 2006a, 2006b), as práticas dos professores são, ainda, marcadas por uma ênfase na avaliação sumativa, e a avaliação formativa, na maioria dos casos, desenvolve-se de forma pontual. A autoavaliação, então, promove-se ainda mais raramente, até porque muitos professores e alunos continuam a considerar que a avaliação deve ser única e exclusivamente da responsabilidade do professor (Associação de Professores de Matemática [APM], 1998; Fernandes, 2006b, Santos & Pinto, 2003; Segers & Dochy, 2006). No que diz respeito aos critérios de avaliação, em particular, verifica-se que aqueles que dizem respeito aos processos e os que apelam a competências complexas, muitas vezes, ficam-se pelo domínio das intensões e acabam por não ser utilizados na prática (Barreira & Pinto, 2005). Esta realidade constituiu, assim, um outro impulso para a realização deste estudo. Espero, a partir da sua divulgação (que não se restringirá, certamente, à escrita da tese), poder fomentar a reflexão por parte de alguns professores sobre a sua prática e estimulá-los a inovar.

Da relevância do estudo aos problemas e questões de investigação

Vivemos numa época em que todos temos acesso a uma quantidade enorme e dinâmica de informação, assim sendo, a escola não se pode resumir a um “espaço curricular onde se «empacotam» conhecimentos exclusivamente do domínio cognitivo, com pouca ou nenhuma ligação à sociedade” (Martins & Caldeira, 2001, p.5). Nos dias de hoje, requerem-se indivíduos com capacidade de resolução de problemas, pensamento crítico e, principalmente, capacidade para adquirir novos conhecimentos e competências ao longo da vida. Deste modo, a escola deve criar contextos de aprendizagem propícios para a formação de “cidadãos livres, responsáveis, autónomos e solidários”, “capazes de julgarem com espírito crítico e criativo o meio social em que se integram e de se empenharem na sua transformação progressiva” (p. 3068). Estes são

dois dos princípios gerais da Lei de Bases do Sistema Educativo Português (pontos 4 e 5 do artigo 2.º, respetivamente).

De acordo com as orientações do programa de Física e Química, “é necessário ensinar melhor a pensar e, sobretudo, ensinar melhor a aprender” (Martins & Caldeira, 2001, p. 7). Os alunos devem aprender a dirigir a sua aprendizagem, a controlar os seus processos cognitivos, metacognitivos e motivacionais de forma a atingir os seus objetivos (Silva & Sá, 2003). Assim, para que possam aprender ao longo da vida de uma forma efetiva, têm de estar preparados para avaliar as tarefas que realizam, de modo a compreenderem em que medida estão ou não a ir ao encontro do que é pretendido e a regular as suas aprendizagens.

Continuam a registar-se elevadas taxas de retenção e desistência no sistema de ensino público português, nomeadamente, nos cursos gerais do ensino secundário (onde foi desenvolvido este estudo). De acordo com os dados fornecidos pelo Ministério da Educação, em Portugal Continental, esta taxa atingiu os 38,8% no ano letivo de 2010-2011 (Direção-Geral de Estatística da Educação e Ciência [DGEEC], 2012). Assim, a necessidade de se promover o desenvolvimento de competências de autorregulação justifica-se, não só, pela sua pertinência no futuro dos alunos (para uma aprendizagem ao longo da vida), mas também no presente.

É fundamental que o aluno tenha um papel ativo e construtivo na sua aprendizagem e que ele próprio seja um elemento chave na deteção e superação das suas dificuldades (Nunziati, 1990). Segundo Perrenoud (1999) “toda a regulação, em última instância, só pode ser uma auto-regulação, pelo menos se aderirmos às teses básicas do construtivismo nenhuma intervenção externa age se não for percebida, interpretada e assimilada pelo sujeito” (p. 96). É muito improvável que o aluno progrida se não refletir sobre si próprio, sobre o que fez e como fez, sobre os sucessos e o que está por alcançar (Allal, 1999; Dann, 2002). Neste sentido, uma das competências essenciais para que se desenvolva uma aprendizagem autorregulada consiste na autoavaliação (Costa, 2006; Ley e Young, 2001; Lopes da Silva, 2004). A autoavaliação ajuda os alunos a assumir o controle da sua aprendizagem na medida em que torna explícitos (logo, acessíveis ao próprio controlo) processos que estariam inacessíveis por serem inconscientes e automáticos (Taras, 2001). Como tal, a avaliação deve evoluir para uma situação em que o aluno tenha desenvolvido a sua autoavaliação de tal modo

que não seja necessária a intervenção do professor (Abrecht, 1994; Perrenoud, 1999; Santos, 2002, 2008).

A autoavaliação envolve, então, a recolha de dados acerca do desempenho do próprio, a interpretação desses dados (a realização de julgamentos acerca da qualidade das suas produções/aprendizagens, com a identificação do que já foi conseguido e do que falta alcançar, bem como as causas dos sucessos e dos fracassos) e, por último, a utilização desses resultados para (re)orientar o processo de aprendizagem, ou seja, a autorregulação. Por conseguinte, conhecer os critérios de avaliação é fundamental (Barreira, 2001; Crisp, 2012, Fernandes, 2006a; Santos, 2002; Swaffield, 2001). Porém, dado que cada indivíduo estabelece os seus próprios padrões, critérios ou autorrepresentações, qualquer tentativa de trabalhar os critérios de avaliação será influenciada pelos padrões autoimpostos, logo é indispensável recorrer-se a estratégias que promovam a sua apropriação (Santos, 2002, 2008). A criação de um entendimento comum acerca do significado dos critérios de avaliação é de tal forma importante que Pacheco (2002) considera que uma débil construção do referente ou a sua falta de clarificação justificam, em grande parte, o insucesso dos alunos.

Pelas razões apresentadas, este estudo focou-se na apropriação dos critérios de avaliação. De uma forma sumária, pretende examinar e clarificar o processo de aprendizagem da Física e Química (fundamentalmente ao nível das competências investigativas) através da autorregulação mediada pela apropriação de critérios de avaliação. Teve como objetivos compreender o modo como alunos do ensino secundário apropriam os critérios de avaliação de relatórios escritos de tarefas investigativas e como essa apropriação favorece a aprendizagem, particularmente o desenvolvimento de competências investigativas e de autoavaliação. Para tal, enunciei as seguintes questões:

- De que modo alunos do ensino secundário apropriam os critérios de avaliação de relatórios de tarefas investigativas de Física e Química?
- Qual o contributo da apropriação dos critérios de avaliação no desenvolvimento de competências investigativas e da competência de autoavaliação?

É inquestionável que o desenvolvimento da autoavaliação implica uma apropriação dos critérios de avaliação (Dann, 2002; Lopes da Silva, 2004; Pinto & Santos, 2006; Santos, 2002). Como tal, para fomentar e apoiar essa apropriação de

forma fundamentada e eficaz é importante entender o modo como os alunos compreendem, valorizam e aplicam os critérios de avaliação. Este foi, então, um dos aspetos que me propus estudar.

Tal como vários estudos sustentam (por exemplo, Kirby & Downs, 2007), dar a conhecer os critérios de avaliação, geralmente, é insuficiente para que ocorra a sua apropriação, isto é, a sua explicitação pode não ser suficiente para ajudar os alunos a julgar a qualidade ou guiar o seu trabalho porque há sempre muitas variáveis em jogo (Sadler, 1989). O significado dos critérios tem de ser interpretado para que os alunos compreendam efetivamente o que é pretendido (Morgan, 2003; Pinto, 2002; Vial, 2012), por isso, há que fazer um investimento na apropriação dos critérios de avaliação. Alguns estudos empíricos apontam alguns recursos que poderão promover este processo, tais como a utilização de exemplos (Andrade, Du & Mycek, 2010; Hendry, Armstrong & Bromberger, 2012; Orsmond, Merry & Reiling, 2002; Rust, Price & O'Donovan, 2003) e o feedback (Semana, 2008; Taras, 2003). Como tal, e de acordo com o que é sugerido na literatura, optei por recorrer à utilização de várias estratégias e recursos para a promoção da apropriação dos critérios de avaliação.

A rúbrica foi um dos recursos utilizados. Esta constitui uma forma de operacionalizar os critérios de avaliação que permite ao aluno orientar o seu processo de aprendizagem, uma vez que indica as características de um trabalho de excelência (Andrade, 2000; Hafner & Hafner, 2003; Mansilla, Duraisingh, Wolf & Haynes, 2009). Os outros recursos estudados foram: o exemplo, que consistiu na compilação das melhores partes de um dos relatórios desenvolvidos pelos alunos que participaram no estudo, o feedback oral e escrito e a interação com os pares. Assim, de modo a dar uma resposta mais completa à primeira questão do estudo procurei compreender qual o papel de cada uma das estratégias e recursos utilizados na apropriação dos critérios de avaliação.

Os estudos que têm sido desenvolvidos apontam para alguns benefícios no que concerne à apropriação dos critérios de avaliação, tais como a realização de trabalhos de maior qualidade e consequentemente melhores classificações, o desenvolvimento da capacidade de focar elementos chave do trabalho, o aumento da eficácia na identificação dos pontos fortes e fracos do trabalho, o aumento da motivação e a redução da ansiedade (Andrade & Du, 2007; Dann, 2002; Semana & Santos, 2012). Neste estudo, procurei compreender que competências foram desenvolvidas num

contexto específico (o desenvolvimento de relatórios de tarefas investigativas de Física e Química), mas também identificar as aprendizagens que foram menos consistentes. Tendo em conta que as tarefas desenvolvidas no âmbito do mesmo pretendiam promover competências investigativas, a análise centrou-se neste aspeto (incluindo competências do tipo processual, conceptual, social, atitudinal e axiológico, assim como a comunicação escrita, nomeadamente a comunicação científica). Estas envolvem, por exemplo, o planeamento de investigações, a realização de previsões, a recolha de dados, a análise e interpretação de resultados, o desenvolvimento de respostas e explicações baseadas em evidências experimentais e a comunicação dos resultados obtidos. Por último, procurei compreender qual o papel da promoção da apropriação dos critérios de avaliação no desenvolvimento da competência de autoavaliação e identificar as dificuldades que persistiram.

O envolvimento no processo de autoavaliação, para além dos fatores internos, também depende de fatores externos (Paris & Paris, 2001). Quanto maior for a participação do aluno nas tarefas, mais se desenvolve o seu controle em relação à aprendizagem e maior é a sua autonomia. Por isso, há que promover a realização de tarefas abertas, que o envolva ativamente (Taras, 2001). Tendo em conta que as tarefas investigativas constituem uma oportunidade de praticar capacidades metacognitivas (Kipnis & Hofstein, 2008) e podem promover o desenvolvimento da autoavaliação (Berg, Bergendahl & Lundberg, 2003), considereei que seria coerente e enriquecedor optar por este género de tarefa. Assim, o estudo incidiu nos relatórios escritos desenvolvidos no âmbito de tarefas de carácter investigativo.

A opção pelo relatório escrito prende-se, por um lado, com o facto de incentivar os alunos a repensar a sua experiência de aprendizagem, a clarificá-la e reestruturá-la (Pinto & Santos, 2006), podendo, portanto, estimular a análise do que foi feito e como foi feito – essencial no processo de autoavaliação – e, por outro, com o facto de ser um instrumento muito importante no ensino das ciências na medida em que permite desenvolver a capacidade de comunicar em ciência (Keys, 1999; Leite, 2000, 2001).

Poucos são os estudos que focam pormenorizadamente o processo de apropriação dos critérios de avaliação e os que existem enquadram-se noutras áreas curriculares, como a Matemática, razão pela qual este trabalho contribuirá para o enriquecimento do conhecimento atual sobre este tema.

Organização global do estudo

Este estudo encontra-se estruturado em duas grandes partes, a fundamentação teórica e a parte empírica. A primeira parte inclui os primeiros quatro capítulos. No primeiro capítulo faço uma introdução onde identifico a problemática em que o estudo se insere, enuncio os seus objetivos e questões e apresento as motivações que me levaram a desenvolvê-lo, assim como a sua pertinência. O segundo capítulo centra-se no ensino por investigação, uma vez que as tarefas desenvolvidas no âmbito do estudo se enquadram nesta perspetiva. Justifico a sua emergência, descrevo as características das tarefas investigativas, identifico as suas potencialidades e abordo os constrangimentos associados à sua implementação, assim como propostas para os ultrapassar. No terceiro capítulo, a par da evolução nas perspetivas de ensino, procuro dar conta da evolução que ocorreu ao nível das perspetivas avaliativas. Analiso, ainda, a legislação portuguesa mais recente e o programa atual de Física e Química procurando identificar as conceções avaliativas que lhes estão subjacentes. Abordo alguns constrangimentos que se colocam à implementação de práticas avaliativas coerentes com as perspetivas mais recentes, faço um ponto de situação da investigação que tem sido feita nas salas de aula portuguesas sobre as práticas avaliativas e discuto alguns aspetos essenciais para que a teoria seja colocada em prática. O quarto capítulo debruça-se sobre a aprendizagem autorregulada onde procuro definir este conceito, descrever alguns modelos e discutir a forma como podem ser desenvolvidas estratégias de autorregulação e as suas potencialidades. Sendo a autoavaliação um processo fundamental para uma aprendizagem autorregulada, abordo o tema da avaliação reguladora, dando especial ênfase a esta modalidade de avaliação. Foco ferramentas e processos fundamentais para a sua realização e, por último, abordo dificuldades e constrangimentos ao desenvolvimento da autoavaliação, assim como recomendações propostas por diversos autores para a sua promoção.

A segunda parte inclui os restantes capítulos (5 a 10). O quinto capítulo está relacionado com a metodologia utilizada na investigação, onde fundamento a orientação metodológica seguida, faço uma caracterização dos participantes e, por último, dou a conhecer e fundamento os procedimentos e técnicas de recolha e análise de dados. No sexto capítulo apresento as tarefas propostas aos alunos, assim como os instrumentos fornecidos para auxiliar o processo de autoavaliação dos relatórios. Do sétimo ao nono

capítulo apresento os resultados do estudo de acordo com as questões que o orientam. O sétimo e oitavo capítulos constituem os estudos de caso do Gustavo e da Sara, respetivamente. No nono capítulo analiso a opinião dos alunos da turma sobre os critérios de avaliação, a sua apropriação e o desenvolvimento da autoavaliação. No último capítulo, faço uma síntese do estudo, discuto os resultados obtidos, apresentando as principais conclusões e termino com uma reflexão sobre as limitações e implicações do estudo, abordando pistas para futuras investigações.¹

¹ Ao longo de todo o estudo, as citações e transcrições dos documentos recolhidos são fiéis às fontes consultadas, logo podem conter erros ortográficos, gramaticais ou não respeitar o acordo ortográfico de 1990.

CAPÍTULO 2

Ensino por investigação

Tendo em conta os desafios que se colocam atualmente à educação formal, as práticas letivas devem enquadrar-se em modelos que deixem de encarar a aprendizagem como uma mera memorização e acumulação de parcelas atomizadas de informação e passem a perspetivá-la como um processo de (re)construção de conhecimento e desenvolvimento de competências (Cachapuz, Praia & Jorge, 2004; Perrenoud, 2001; Roldão, 2003). É nesta perspetiva que o ensino por investigação tem vindo a ser preconizado para o ensino das ciências já há alguns anos (Barrow, 2006) e foi nela que procurei enquadrar as tarefas de sala de aula desenvolvidas no âmbito deste estudo.

Este capítulo encontra-se organizado em cinco secções. A primeira é sobre a emergência da perspetiva de ensino por investigação onde procuro dar conta dos problemas que foram sendo identificados relativamente às perspetivas de ensino das ciências anteriormente defendidas na literatura e que justificam os pressupostos associados a esta nova perspetiva. Na segunda secção, apresento as características do ensino por investigação e os níveis de abertura possíveis. Na terceira, descrevo as três principais fases das tarefas investigativas. Na quarta, identifico as potencialidades desta perspetiva de ensino evidenciadas por estudos empíricos. Por último, abordo as dificuldades e constrangimentos associados ao ensino por investigação, assim como as soluções propostas por diversos autores.

A emergência do ensino por investigação

Nos tempos em que a educação escolar estava só ao alcance de alguns e a conceção de aprendizagem era muito redutora, tendo em vista os referenciais de hoje, as práticas letivas enquadravam-se numa perspetiva *transmissiva*, em que o professor, detentor de todo o conhecimento, o transmitia aos alunos e estes pouco mais faziam do que memorizá-lo e reproduzi-lo (Vasconcelos, Praia & Almeida, 2003). O aluno tinha um papel muito passivo em todo o processo de ensino-aprendizagem e era encarado como uma “tábua rasa”, ou seja, os seus conhecimentos prévios eram ignorados (Bennett, 2005). O conhecimento científico era considerado inquestionável e as atividades propostas em sala de aula, nomeadamente as de índole experimental, eram pouco abertas, servindo mais para uma verificação das teorias e leis do que para estimular a reflexão, o questionamento e a investigação dos fenómenos científicos, nomeadamente os físicos e químicos (Cachapuz, Praia & Jorge, 2002).

A perspetiva de *ensino por descoberta*, introduzida na linguagem curricular em Portugal na década de 70 do século XX (Cachapuz et al., 2002), procurou ultrapassar as deficiências da perspetiva anterior. No ensino por descoberta, considerava-se que, na aprendizagem, a observação (neutra) desempenhava um papel fundamental o que levava a que, no caso do ensino das ciências, o trabalho experimental assumisse uma função central (Bennett, 2005). Os alunos faziam observações, procuravam padrões e propunham possíveis explicações relativamente aos padrões identificados. Embora o aluno deixe de ter uma atitude passiva e passe a estar no centro do processo de ensino-aprendizagem, esta perspetiva apresenta limitações importantes na medida em que, conforme argumentos oriundos quer da epistemologia da ciência, quer da investigação em educação em ciências (Vasconcelos et al, 2003), em particular da linha de investigação sobre conceções alternativas, os alunos não aprendem os conteúdos científicos a partir de observações ingénuas, ou seja, não descobrem os conceitos indutivamente a partir de factos observáveis (Cachapuz et al., 2002).

Com o intuito de colmatar estas deficiências, emergiu na literatura a perspetiva de *ensino para a mudança conceptual*. Esta enquadra-se numa perspetiva cognitivo-construtivista da aprendizagem. Assim sendo, parte-se das ideias dos alunos (nomeadamente das suas conceções alternativas), para que, através da apreensão conceptual ou de estratégias de conflito cognitivo, se promovam aprendizagens

integradas nas suas redes de conhecimento (Bennett, 2005; Vasconcelos et al, 2003). Pretende-se, então, que ocorra uma reconstrução das ideias existentes e não apenas uma acumulação de novas ideias (Bennett, 2005). Porém, trata-se de uma perspetiva, ainda, redutora, na medida em que sobrevaloriza a aprendizagem dos conceitos, relegando para segundo plano as finalidades educacionais e culturalmente relevantes, como sejam os valores, as atitudes e os interesses pessoais dos alunos. Para além disso, os conceitos, geralmente, surgem de forma pouco interligada, o que acentua as dificuldades dos alunos em integrá-los nas suas estruturas conceptuais (Cachapuz et al., 2000, 2002).

A perspetiva de *ensino por investigação* surge, então, como uma possível resposta aos vários problemas que têm sido identificados relativamente à forma como as ciências têm sido ensinadas e aprendidas e as suas implicações na formação científica dos alunos (Vasconcelos et al, 2003). Um desses problemas diz respeito à visão dos alunos acerca da natureza da ciência. Trabalhando-se quase exclusivamente num contexto de saber adquirido e aceite, tem-se reforçado uma visão autoritária da ciência, como uma mera retórica de conclusões, em vez de se evidenciar a complexidade da sua construção, a ligação estreita que existe entre as teorias, os métodos e os objetivos, assim como a ideia de um questionamento contínuo e o seu carácter evolutivo. Quando as aprendizagens se enquadram numa perspetiva empirista-indutiva (como na perspetiva de ensino por descoberta), a observação é encarada como um processo neutro, espontâneo e não como uma série de escolhas e intenções baseadas no conhecimento prévio, isto é, orientadas por um enquadramento conceptual prévio (Bennett, 2005; Hodson, 1998; Praia, Gil-Peréz & Vilches, 2007).

Um outro problema relaciona-se com a falta de motivação dos alunos relativamente à aprendizagem das ciências (Cachapuz et al., 2004). Muitas vezes, os alunos realizam as tarefas sem qualquer curiosidade intelectual, propósito ou motivação – limitam-se simplesmente a fazer aquilo que os professores lhes pedem. Pretendendo realçar a importância de desenvolver ambientes de aprendizagem estimulantes, Woolnough (2000) afirma que: “Não interessa o que os alunos sabem, compreendem e conseguem fazer; o que é importante é o que eles querem fazer. A motivação, o desafio, o sentimento de pertença, de sucesso e a auto-confiança: estas são metas muito mais vitais do que a aquisição de conhecimentos e capacidades específicas” (p. 443). De facto, verifica-se que o interesse dos alunos pela ciência e tecnologia tem vindo a decrescer na Europa e Portugal não é exceção (Comissão Europeia, 2007) e o ensino por investigação pode ser uma forma de reverter essa situação.

A reflexão sobre os objetivos da educação, e em particular das ciências, veio colocar em causa determinadas perspetivas (como a transmissiva, por exemplo) e o ensino que se tem vindo a praticar. Muitos são os autores que justificam a importância de se formar cidadãos que tenham conhecimentos mínimos para poderem participar democraticamente na sociedade, exercendo uma cidadania responsável (Diaz, 2002; Hodson, 2006; Praia et al., 2007; Reis, 2006). O argumento de natureza democrática parece ser hoje o mais aceite relativamente ao propósito do ensino das ciências. Neste sentido, é fundamental impedir que a ignorância e o medo da ciência e da tecnologia escravizem os cidadãos e os tornem estranhos na sua própria sociedade e dependentes da opinião de especialistas (Hodson, 2006; Reis, 2006). A opinião de não especialistas pode, efetivamente, ser uma mais-valia na tomada de decisões (Praia et al., 2007). Mas, para tal, é necessário que os cidadãos possuam os conhecimentos mínimos que lhes permitam compreender as opções em jogo e participar de forma fundamentada.

O desenvolvimento da literacia científica parece constituir, assim, a grande finalidade do ensino das ciências (Kolstoe, 2000). Esta ideia tem sido preconizada em diversos documentos, nacionais e internacionais (por exemplo, American Association for the Advancement of Science [AAAS], 1989; Lei nº 46/86, de 14 de Outubro; United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO], 1983) no sentido de (re)orientar a reforma dos currículos das ciências. Desde que o termo surgiu (no fim dos anos cinquenta do século XX), várias têm sido as definições que lhe têm sido atribuídas, havendo nesta altura, de acordo com Hodson (2006), algum consenso relativamente a alguns componentes básicos da literacia científica, nomeadamente:

- uma compreensão geral de algumas ideias, princípios e teorias fundamentais em ciência;
- algum conhecimento das formas como o conhecimento científico é gerado, validado e disseminado;
- alguma capacidade de interpretar dados científicos e avaliar a sua validade e fidelidade;
- uma compreensão crítica dos objetivos e finalidades da ciência e da tecnologia, incluindo as suas raízes históricas e os valores que incorporam;
- uma apreciação das inter-relações entre ciência, tecnologia, sociedade e o ambiente;
- um interesse na ciência e a capacidade de atualizar e adquirir novo conhecimento científico e tecnológico no futuro. (p. 294)

Assim, e apesar de muitas questões continuarem por responder ou não reunirem consensos em torno do conceito de literacia científica e da sua operacionalização,

parece ser inquestionável que a formação de cidadãos cientificamente literados impõe a implementação de estratégias de ensino-aprendizagem que se enquadrem numa perspectiva de aprendizagem mais rica e complexa, em que os conteúdos científicos sejam encarados como meios instrucionais e não, *per se*, fins de ensino. Muitos são os autores (Cachapuz et al., 2000, 2002; Praia et al., 2007) que têm reafirmado a convicção de que o planeamento de um ensino das ciências como uma atividade mais próxima da investigação científica, que integre aspetos conceptuais, procedimentais e axiológicos, isto é, um ensino por investigação, é fundamental para desenvolver a literacia científica, proporcionando aos alunos a oportunidade de realizarem aprendizagens mais significativas e a compreensão da natureza da ciência.

Esta perspectiva de ensino, num contexto mais alargado que não apenas o de ensino das ciências, parece surgir ainda antes do aparecimento do termo literacia científica. Em 1910, Dewey propôs que a aprendizagem se realizasse a partir de situações problemáticas, relacionadas com as experiências dos alunos, que fomentassem um papel ativo dos mesmos na procura das respostas (Barrow, 2006). Com o lançamento do Sputnik, em 1957, o ensino por investigação passou a fazer parte dos currículos das ciências e, desde então, parece ter vindo a assumir uma relevância cada vez maior nos documentos orientadores, tanto a nível internacional (AAAS, 1993; National Research Council [NRC], 1996), como nacional, embora neste âmbito mais recentemente (Galvão, 2001; Martins & Caldeira 2001).

As características do ensino por investigação

A literatura acerca do ensino por investigação, *inquiry* na língua inglesa, tende a não definir esta palavra com precisão (Anderson, 2002; Barman, 2002; Barrow, 2006). A tendência é caracterizar as tarefas que se enquadram nesta perspectiva e, por vezes, as competências e conhecimentos que se pretendem promover, em vez de se definir o conceito. Já em 1992, Hodson referia que as tarefas investigativas, no contexto escolar, deveriam envolver a investigação de fenómenos e contemplar as três dimensões do ensino das ciências, a educação *em*, *através* e *sobre* a ciência. Deste modo, promove-se a construção de novos conhecimentos conceptuais, o desenvolvimento de competências investigativas e a compreensão dos processos da investigação científica e da natureza desta (Abd-el-Khalick et al., 2004). São, assim, atividades:

nas quais os alunos utilizam os processos e métodos da ciência para investigar fenómenos e resolver problemas como meios de aumentar e desenvolver os seus conhecimentos e fornecem um elemento integrador poderoso para o currículo. Ao mesmo tempo, os alunos adquirem uma compreensão mais profunda da atividade científica, e as investigações tornam-se um método tanto para aprender ciência, como aprender sobre a ciência. (Hodson, 1992, p. 549)

Kuhn e seus colaboradores (2000) caracterizam as tarefas investigativas como atividades em que os alunos, individualmente ou em grupo, investigam um conjunto de fenómenos, que podem ser reais ou virtuais e retiram conclusões em relação aos mesmos. Para Leite (2005), as tarefas de investigação (nomeadamente as laboratoriais) podem ser entendidas como uma atividade de resolução de problemas que possibilitam o desenvolvimento do conhecimento conceptual, processual e atitudinal de uma forma integrada.

O que é comum a todas estas ideias é o facto de enfatizarem a necessidade de se investigar, embora a investigação desenvolvida pelos alunos do ensino básico e secundário se distinga claramente da que é realizada pelos cientistas (Gomes, Borges & Justi, 2008). Tal como Leite (2001) salienta, fazer ciência implica gerar ideias, o que exige muito conhecimento, raciocínio, reflexão e criatividade. Neste sentido, é fundamental a utilização de conhecimentos prévios e estes são, obviamente, muito diferentes entre os alunos e os cientistas.

No contexto educativo, uma situação de aprendizagem enquadra-se na perspetiva de ensino por investigação se partir de uma questão científica e envolver ativamente os alunos, pelo menos, na interpretação dos resultados (Bell, Smetana & Binns, 2005). Os *standards* da educação em ciência (NRC, 1996), embora também não forneçam uma definição operacional do ensino ou da aprendizagem por investigação, orientam o processo de ensino nesta perspetiva ao indicarem o que os alunos devem conhecer acerca do processo científico, as capacidades que devem adquirir e ao caracterizarem as estratégias de ensino a implementar. Assim, aprender por investigação refere-se ao processo de aprendizagem em que os alunos estão ativamente envolvidos e implica realizar tarefas multifacetadas que incluem:

fazer observações, colocar questões, examinar livros ou outras fontes de informação para ver o que já se sabe, planear investigações, rever o que já se sabe à luz de evidências experimentais, usar instrumentos para recolher, analisar e interpretar dados, propor respostas, explicações e previsões; e comunicar os resultados. Aprender por investigação requer a

identificação de assunções, uso de pensamento crítico e lógico e a consideração de explicações alternativas. (NRC, 1996, p.23)

Deste modo, aprender por investigação pode envolver tarefas diferenciadas, tais como a realização de trabalho laboratorial (que implica a utilização de equipamento laboratorial), de trabalho de campo, o recurso a computadores (para utilizar programas de modelação, por exemplo) ou a bibliotecas. Não é desejável a adoção de um tipo único de tarefas investigativas já que os próprios cientistas trabalham de diferentes formas. Através de tarefas diversificadas os alunos poderão compreender melhor a natureza da ciência (Wellington & Ireson, 2008). Independentemente do tipo, o importante é que as tarefas de investigação constituam um problema que requeira a planificação de uma sequência de ações, a recolha dos dados necessários, a sua organização, a interpretação dos resultados e o estabelecimento de conclusões que devem ser comunicadas de alguma forma.

O modo como o ensino por investigação é levado a cabo e os papéis do professor e do aluno podem variar, preconizando-se um aumento progressivo do grau de abertura das tarefas e da autonomia dos alunos (Bell et al., 2005; Deboer, 2002; Miguéns, 1999). Num extremo, em que o professor assume um papel central, é este que coloca a questão orientadora, fornece os dados e diz como os analisar, indica as evidências e apresenta os passos e os procedimentos a adotar para a comunicação de resultados. No outro extremo, centrado no aluno, este envolve-se em questões cientificamente orientadas, formula explicações a partir de evidências, avalia as suas explicações à luz de explicações alternativas, particularmente aquelas que refletem o conhecimento científico, comunica e justifica as explicações propostas (NRC, 2000).

De acordo com o grau de abertura, as tarefas podem adquirir diferentes designações. Schwab (1962) e Colburn (2000) (citados em Blanchard et al., 2010) consideram três aspetos fundamentais para diferenciar as tarefas de carácter investigativo: a colocação das questões, a recolha de dados e a interpretação dos resultados (Quadro 2.1.). No nível zero (tarefa de verificação) é o professor que indica a questão a investigar, o método de recolha de dados e ajuda os alunos a interpretar os resultados, garantindo que todos compreendem a importância destes. No nível um (tarefa de investigação estruturada), o professor fornece a questão e indica o método de recolha de dados a utilizar, mas a interpretação dos resultados é da responsabilidade do aluno. No nível dois (tarefa de investigação guiada), os alunos são responsáveis por estabelecer o método de investigação a usar e interpretar os resultados, mas a questão

orientadora é fornecida pelo professor. Por último, no nível três (tarefa de investigação aberta), o aluno assume a responsabilidade nas três fases consideradas (colocação de questões, delineação do método de recolha de dados e interpretação de resultados).

Quadro 2.1.

Grau de abertura das tarefas de investigação, adaptado de Schwab (1962) e Coulburn (2000b) (citado em Blanchard, 2010, p. 581)

	Questão	Método de recolha de dados	Interpretação de resultados
Nível 0: Verificação	Responsabilidade do professor	Responsabilidade do professor	Responsabilidade do professor
Nível 1: Estruturada	Responsabilidade do professor	Responsabilidade do professor	Responsabilidade do aluno
Nível 2: Guiada	Responsabilidade do professor	Responsabilidade do aluno	Responsabilidade do aluno
Nível 3: Aberta	Responsabilidade do aluno	Responsabilidade do aluno	Responsabilidade do aluno

Também Bell e colaboradores (2005) se baseiam nestes aspetos para categorizar as tarefas de investigação quanto ao grau de abertura, diferenciando os mesmos quatro níveis. Apesar de a categorização apresentada incluir as tarefas de verificação e as estruturadas, geralmente, o entendimento de tarefas investigativas subjacente à grande maioria dos artigos publicados inclui apenas as tarefas guiadas ou abertas, por isso, é esse o entendimento que será considerado de ora avante quando me referir a tarefas investigativas.

Wellington e Ireson (2008) acrescentam um outro aspeto a considerar na avaliação do grau de abertura da tarefa, que diz respeito ao número de respostas possíveis à questão-problema e de caminhos a seguir. Relativamente a este aspeto, as tarefas abertas serão aquelas em que as questões permitem várias soluções e caminhos e as fechadas as que têm apenas uma resposta certa e um caminho possível. A um nível intermédio estão as situações em que existe apenas uma resposta certa, mas a possibilidade de se utilizarem diferentes estratégias.

A escolha do grau de abertura de uma tarefa depende muito do contexto e das competências dos alunos e, neste sentido, o último nível não será o ideal em todas as circunstâncias (Barman, 2002; Bell et al., 2005; Blanchard et al., 2010). Para além disso, é importante que haja coerência entre a estratégia de ensino e os objetivos de aprendizagem. No entanto, o que é essencial é que se diversifique a “dieta” da aula para

que os alunos tenham oportunidade de desenvolver um leque alargado de competências (Bell et al., 2005; Hackling, 2005; Cachapuz et al., 2000, 2002). Assim, ao longo do tempo, deve procurar-se implementar tarefas mais abertas, até porque uma aprendizagem mais centrada no aluno faz com que ela seja “mais autêntica, agradável, e intrinsecamente motivante” (Deboer, 2002, p. 407).

As três fases na implementação do ensino por investigação

Segundo Cachapuz e seus colaboradores (2000, 2002), o ensino por investigação (ou por pesquisa, como estes autores preferem chamar) compreende essencialmente três fases: a da problematização, a da definição das metodologias de trabalho e a da avaliação da aprendizagem e do ensino. Na primeira fase, professores e/ou alunos definem questões-problema tendo em conta três aspetos: i) os saberes de várias ordens (conhecimentos, capacidades, atitudes e valores) explicitados no currículo intencional e que são considerados essenciais para a formação dos alunos (estes devem ser dados a conhecer aos alunos para os ajudar a orientar as suas aprendizagens); ii) os saberes que os alunos trazem, ou seja, os saberes que eles revelam ou não (podem ser ou não congruentes com os previstos no currículo intencional e, para que se definam estratégias adequadas, não podem ser ignorados); iii) situações problemáticas que promovam a compreensão das relações Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) e constituam pontos de partida de percursos de aprendizagem.

Tanto Hodson (1998) como Woolnough (2000) salientam que os alunos frequentemente executam tarefas sem saber para onde caminham, que respostas não de dar e a quê, já que não há uma definição clara da situação-problema. Advogam, assim, uma aprendizagem que parta de questões problematizadoras. Por um lado, porque a própria ciência se constrói a partir de inquietações e da capacidade de problematizar dos cientistas e, por outro, porque os alunos, ao partirem de problemas colocados por eles próprios ou que tenham algum significado para os mesmos, adquirirão um sentimento de pertença que os motivará a realizar a tarefa. Assim sendo, todas as tarefas investigativas devem envolver os alunos em questões orientadas cientificamente, devendo-se procurar que estas sejam (ou passem a ser) do interesse dos alunos (Barrow, 2006).

Baseados na investigação que tem sido feita alguns autores (por exemplo, Bennett, 2005; Cachapuz et al., 2000, 2002, 2004) consideram essencial uma abordagem de situações-problema do quotidiano para que, através de uma educação nos três domínios que foram referidos anteriormente, *em, através e sobre* a Ciência, se formem cidadãos com competência(s) para tomar decisões e agir responsavelmente. Esta lógica insere-se no movimento CTSA, segundo o qual se pretende que os alunos partam de contextos reais e das suas necessidades para que aprendam os conceitos e os processos de uma forma mais motivada, interessada e criativa, apreciando a relevância e o valor das novas aprendizagens. Para além disso, através de situações-problema relevantes e próximas da realidade do aluno será mais fácil a transferência das aprendizagens realizadas em sala de aula para o quotidiano. Problemáticas ético-sociais poderão ajudá-los a deixar de encarar a ciência como uma mera retórica de conclusões, uma vez que, através destas, é possível “humanizar” a forma como se utiliza a tecnociência, ou seja, educar também para os valores em ciência. Pretende-se que os alunos extrapolem uma visão meramente disciplinar, compreendam os problemas de uma forma mais alargada, desenvolvam formas de pensamento mais elaboradas e adquiram uma visão menos linear e simplista da construção do conhecimento.

Na segunda fase, desenvolvem-se tarefas que impõem a utilização de metodologias e recursos diversificados, por exemplo, o trabalho experimental, a pesquisa e organização de informação, nomeadamente através das tecnologias da informação e comunicação (TIC), o debate de questões controversas e a comunicação das aprendizagens feitas e do percurso realizado. Conforme anteriormente referido, as tarefas poderão ser desenvolvidas sob uma maior responsabilidade do professor ou do aluno, consoante as suas finalidades ou a natureza do tema. Esta metodologia assenta num equilíbrio dinâmico entre o agir e o pensar, ou seja, os alunos devem ser envolvidos de forma a desenvolver a capacidade de refletir criticamente.

Também nesta fase a problematização assume um lugar de destaque. Demo (2000) preconiza o desenvolvimento da capacidade de “questionamento reconstrutivo”, um questionamento que conduz a um conhecimento que “inclui interpretação própria, formulação pessoal, elaboração trabalhada, saber pensar, aprender a aprender” (p. 11). De acordo com esta perspetiva, pretende-se que o sujeito deixe de ser o objeto e passe a ser o sujeito do processo de ensino-aprendizagem, deixe de ser um recetor passivo e passe a ser um sujeito capaz de propor e contrapor:

O aluno será motivado a tomar iniciativa, apreciar leitura e biblioteca, buscar dados e encontrar fontes, manejar conhecimento disponível e mesmo o senso comum. Exercitar sobre todo este material o questionamento sistemático, cultivando sempre o mais vivo espírito crítico. Aprende a duvidar, a perguntar, a querer saber sempre mais e melhor. (Demo, 2000, p. 28)

Assim, as questões são importantes não apenas para orientar o desenvolvimento da tarefa, mas também para a vivência do sentido e do espírito crítico próprios da construção do conhecimento científico (Hodson, 1998). Com efeito, é fundamental que os alunos tenham oportunidade de refletir e expressar as suas interpretações acerca do significado da sua investigação, promovendo-se atividades metacognitivas, para que as potencialidades desta perspectiva de ensino possam emergir (Hofstein & Lunetta, 2004). Em concordância com o referido, Moraes, Ramos e Galiuzzi (2004) afirmam que: “A problematização do conhecimento, juntamente com a crítica, exercem importante função em direcção à autonomia, tornando os alunos sujeitos do aprender” (p. 103). Os alunos devem perceber a sua forma de pensar, ou seja, devem adquirir conhecimentos metacognitivos, autoavaliar o seu trabalho e reorientá-lo de acordo com as metas delineadas. Assim sendo, devem-se desenvolver metodologias de trabalho que, progressivamente, ajudem os alunos a estruturar o pensamento e a ganhar confiança nas suas capacidades para que se possam tornar autónomos na sua aprendizagem, recorrendo-se, para isso, a uma avaliação reguladora.

Na última fase (que não se restringe ao fim da tarefa) é preciso tomar consciência do que se aprendeu no que respeita aos conhecimentos, mas também ao nível das capacidades, atitudes e valores. Neste balanço, para além de se atender aos produtos, é também necessário ter em conta os processos, nomeadamente, o modo como se ultrapassaram as dificuldades.

Oliveira, Ponte, Santos e Brunheira (1999) definem, igualmente, três fases na implementação de tarefas investigativas em Matemática: a introdução da tarefa, o desenvolvimento da mesma e o balanço final. Também estes autores atribuem uma função muito importante ao questionamento e à reflexão. Assim, parece que, quer nas ciências, quer na Matemática, tanto as fases das tarefas de investigação como os processos enfatizados são bastante semelhantes.

As potencialidades do ensino por investigação evidenciadas por estudos empíricos

Muitos têm sido os estudos empíricos que se têm realizado no âmbito do ensino por investigação. Existem relatos de investigações desenvolvidas em todos os níveis de ensino. Uns consistem na análise do trabalho desenvolvido em alguma(s) turma(s) (ou um grupo de alunos dessa(s) turma(s)), outros enquadram-se em projetos internacionais, nos quais as mesmas tarefas foram implementadas em vários países (por exemplo, Galvão, Reis, Freire & Faria, 2011).

O trabalho publicado por Samarapungavan, Mantzicopoulos e Patrick (2008) sugere que as tarefas investigativas podem ser promovidas desde o jardim-de-infância (JI), mostrando que a sua implementação pode contribuir para que, desde cedo, os alunos comecem a desenvolver competências investigativas. Através da análise de um sistema de portefólio electrónico (que incluiu os trabalhos desenvolvidos pelos alunos, vídeos e transcrições das interações estabelecidas na sala de aula) e de um teste aplicado no fim da intervenção (uma unidade de ensino, com a duração de cinco semanas, sobre o ciclo de vida das borboletas) verificaram que os alunos do jardim-de-infância conseguiram colocar questões, fazer previsões, recolher e registar dados, usar evidências para compreender fenómenos científicos e comunicar o trabalho que desenvolveram e o conhecimento adquirido. A análise dos resultados do teste (que, para além de ter sido aplicado aos 65 alunos que realizaram a tarefa de investigação, também foi aplicado a 35 alunos cujo currículo não contemplava o ensino de ciências), mostra, ainda, que o primeiro grupo de alunos demonstrou significativamente melhor compreensão do processo de investigação em ciência do que o segundo.

Do estudo desenvolvido por Wu e Hsieh (2006) emergem outras potencialidades ao nível do desenvolvimento de competências. Neste foram implementadas tarefas investigativas, ao longo de seis semanas, que pretendiam envolver os alunos de duas turmas do 6.º ano de escolaridade na construção de explicações científicas. A análise dos dados recolhidos através de observação participante (com gravação, em vídeo, das aulas), da recolha das produções escritas, das entrevistas realizadas a doze alunos em vários momentos, assim como do pré e pós-teste sugere que, de um modo geral, os alunos desenvolveram a capacidade de identificar relações causais, descrever o seu raciocínio e usar dados como evidências, embora não tivessem desenvolvido a capacidade de criticar explicações formuladas por outros.

Muitos têm sido os estudos que visam comparar as aprendizagens e as competências que se desenvolvem num contexto de tarefas investigativas e num ensino tradicional (nomeadamente, as tarefas laboratoriais em que é fornecido um protocolo). Num desses estudos Berg, Bergnedahl e Lundberg (2003) compararam as competências desenvolvidas por alunos ($n = 65$) que realizaram uma atividade laboratorial em que foi fornecido todo o protocolo e indicada a forma como deveriam realizar os cálculos e interpretar os resultados e alunos ($n = 125$) que realizaram a mesma atividade implementada com um cariz investigativo. Este último grupo de alunos do 1.º ano do ensino universitário formulou hipóteses, planificou a atividade laboratorial, realizou-a, avaliou-a e discutiu-a. A partir da análise das entrevistas realizadas a seis alunos envolvidos em cada uma das abordagens os autores verificaram que todos aqueles que realizaram a tarefa investigativa foram capazes de descrever facilmente a experiência que fizeram. Porém, apenas metade dos que realizaram a tarefa fechada o conseguiu fazer. A partir da análise da autoavaliação escrita, realizada no final da tarefa, verificaram que o grupo que se envolveu na tarefa mais aberta teve mais sucesso na identificação de resultados inesperados e origem dos erros, assim como na sugestão de alterações para a melhorar o desempenho. Durante a realização da atividade verificaram, a partir da lista de verificação preenchida pelos professores, que estes alunos colocaram mais questões reflexivas do que os outros. Assim, os resultados parecem sugerir que o desenvolvimento de tarefas investigativas mais abertas (neste caso, guiadas) promovem a compreensão do trabalho desenvolvido e a reflexão sobre as suas ações.

No que diz respeito à capacidade de formular questões, os resultados do estudo desenvolvido por Hofstein, Navon, Kipnis e Manlok-Naaman (2005) vêm apoiar o que foi indicado anteriormente, uma vez que foi possível concluir que a capacidade de colocar mais e melhores questões pode ser desenvolvida através da realização de atividades laboratoriais investigativas. Neste trabalho, avaliou-se a qualidade das questões formuladas por alunos do ensino secundário (ES) num teste prático e após a leitura crítica de um artigo científico. Ao longo do 11.º e 12.º anos, os alunos de dois grupos, o experimental ($n=55$) e o de controlo ($n=56$), realizaram cerca de quinze atividades laboratoriais. O primeiro grupo realizou tarefas de investigação abertas (passando pela identificação do problema e pela colocação de questões, formulação de hipóteses, planificação, recolha e análise de dados, interpretação de resultados e a elaboração das conclusões); o segundo grupo realizou tarefas com um cariz tradicional

(maioritariamente de natureza confirmatória, em que os alunos seguiam o procedimento fornecido pelo manual). Os resultados mostram que o primeiro grupo formulou mais questões e com maior nível de complexidade, isto é, questões que só podem ser respondidas através de investigação laboratorial ou de pesquisa.

Efetivamente, vários são os estudos que, ao compararem as aprendizagens realizadas por alunos que se envolvem em tarefas investigativas com os que realizam tarefas laboratoriais tradicionais, identificam no primeiro grupo maiores ganhos em termos do desenvolvimento de competências investigativas, mas também na compreensão da natureza da ciência, e até mesmo no conhecimento substantivo adquirido acerca dos temas estudados. Blanchard e os seus colaboradores (2010) compararam o desempenho de 1700 alunos (provenientes de doze escolas do ensino básico e de doze do ensino secundário) após uma semana de intervenção em que foi implementada uma unidade de ensino de ciência forense. Um grupo de alunos realizou a tarefa na modalidade de investigação guiada e o outro desenvolveu uma tarefa de verificação. Os autores verificaram que o primeiro grupo (nos casos em que a prática dos professores efetivamente se enquadrou na perspetiva de ensino por investigação) obteve resultados significativamente mais elevados nos pós-testes que envolviam questões sobre a natureza da ciência, conhecimento conceptual e processual. A análise do segundo pós-teste (aplicado 30 dias após a intervenção) permitiu, ainda, concluir que os alunos deste grupo realizaram aprendizagens mais duradouras, na medida em que também obtiveram melhores resultados neste instrumento.

Também o estudo de Wang, Wang, Tai e Chen (2010), que seguiu a mesma linha de investigação, obteve resultados semelhantes. Depois da implementação de uma unidade de ensino no 6.º ano de escolaridade, com a duração de três semanas, em que o grupo experimental (n=92) e o grupo de controlo (n=92) trabalharam os mesmos conteúdos, verificaram que o primeiro grupo obteve melhores resultados nos pós-testes que incidiam nos conteúdos trabalhados (meteorologia). Para além disso, tanto este último estudo como o realizado por Lin, Hong, Chen e Chou (2011) evidenciaram que os alunos com um menor conhecimento conceptual do grupo experimental tiveram um maior progresso nos dois pós-testes (relativamente ao pré-teste) do que os do grupo de controlo no que diz respeito a esta competência e, no segundo estudo, também no âmbito da aplicação do conhecimento científico, sugerindo que esta perspetiva de ensino favorece o ensino da ciência para todos.

Tal como se pode observar através do quadro que sintetiza as principais características e resultados destes estudos (Quadro 2.2.), os trabalhos empíricos descritos sustentam a ideia de que as tarefas investigativas têm a potencialidade de promover o desenvolvimento de competências nos três domínios do ensino das ciências, o ensino *em*, *através* e *sobre* a ciência (Hodson, 1992). Estes resultados também vêm ao encontro da revisão de literatura realizada por Hofstein e Lunetta (2004). Estes autores salientam que, quando devidamente desenvolvidas, as tarefas de investigação têm a possibilidade de fomentar a aprendizagem construtiva, a compreensão conceptual e a compreensão da natureza da ciência. Essas aprendizagens podem realizar-se em todos os níveis de ensino, do jardim-de-infância ao ensino superior (Quadro 2.2.).

Quadro 2.2.

Síntese das características e resultados de estudos acerca das potencialidades do ensino por investigação no âmbito das três dimensões do ensino das ciências

Dimensão	Intervenção			Autores
	Nível de ensino	Duração	Aprendizagens /competências desenvolvidas	
Educação em ciência	JI	5 semanas	Conhecimentos conceptuais acerca dos temas trabalhados	Samarapungavan et al., 2008
	2.º ciclo	3 semanas		Wang et al., 2010 ⁱ
	3.º ciclo	4 meses		Lin et al., 2011 ⁱ
	3.º ciclo e ES	1 semana		Blanchard et al., 2010 ⁱ
Educação através da ciência	JI	5 semanas	a; b; c; e	Samarapungavan et al., 2008
	2.º ciclo	6 semanas	d; e	Wu & Hsieh, 2006
	3.º ciclo e ES	1 semana		Blanchard et al., 2010 ⁱ
	ES Superior	2 anos 1 dia	a a; e; f	Hofstein et al., 2004 ⁱ Berg et al., 2003 ⁱ
Educação sobre ciência	JI	5 semanas	Compreensão dos processos da investigação científica	Samarapungavan et al., 2008
	3.º ciclo e ES	1 semana	e da sua natureza	Blanchard et al., 2010 ⁱ

Aprendizagens/competências desenvolvidas: a) colocar questões; b) fazer previsões; c) recolher e registar dados; d) usar dados como evidências; e) comunicar (descrever o trabalho desenvolvido/raciocínio, apresentar resultados e conclusões); f) identificar erros e sugerir alternativas;

i) melhores desempenhos comparativamente com os alunos envolvidos num ensino tradicional.

Kipnis e Hofstein (2008) salientam que as tarefas investigativas proporcionam aos alunos oportunidade de praticarem as suas capacidades metacognitivas quando são

encorajados a discutir ideias acerca dos fenômenos científicos e o que estão a observar durante o desenvolvimento das tarefas (e quando é fornecido tempo para tal). Através da observação de vinte aulas de oito turmas do 11.º e do 12.º anos os autores mostraram que os alunos praticaram a sua metacognição em várias fases do processo de investigação. Expressaram a metacognição relacionada com o conhecimento declarativo, processual e condicional, assim como a regulação da cognição. Também durante as entrevistas (a vinte alunos do 12.º ano) e nas reflexões escritas sobre o trabalho desenvolvido, os autores identificaram vários exemplos da metacognição dos alunos.

Apesar de existirem evidências empíricas que sustentam que as tarefas investigativas permitem desenvolver uma série de competências e têm mais potencialidades do que as tarefas enquadradas num ensino tradicional, as aprendizagens que são realizadas dependem dos domínios explicitamente trabalhados e promovidos. Se, por exemplo, queremos que os alunos formulem melhores questões, é necessário promover o questionamento. Bell, Blair, Crawford e Lederman (2003) enfatizam a necessidade de se trabalhar explicitamente a compreensão dos processos da investigação científica e da sua natureza para que os alunos efetivamente criem uma imagem mais adequada dos processos de construção do conhecimento científico. Num programa de verão, com a duração de oito semanas, em que alunos do ensino secundário desenvolveram tarefas investigativas com a tutoria de investigadores, os autores verificaram (através da comparação de um questionário aplicado no início e no fim do programa e de entrevistas semiestruturadas) que as concepções da maioria dos alunos participantes acerca de aspetos relacionados com a natureza da ciência se mantiveram inalteradas. O único participante que mostrou ganhos substanciais em relação a este domínio vivenciou uma experiência em que este assunto foi explicitamente abordado e foi alvo de reflexão. Assim, os autores concluíram que a natureza da ciência e da investigação científica não se aprende por osmose. Quando os alunos fazem ciência estão a trabalhar e a aprender explicitamente essa dimensão, logo se se pretende desenvolver outras, há que trabalhá-las.

Assim sendo, apesar do tipo de tarefa ser importante, não menos relevante é a exploração que se faz da mesma, daí que Blanchard e os seus colaboradores (2010) tenham obtido resultados diferentes dentro do grupo de alunos que realizou a tarefa na modalidade de investigação guiada, porque a natureza da intervenção acabou por não ser igual em todas as turmas. Nos casos em que as práticas dos professores não se

enquadraram devidamente na perspectiva de ensino por investigação os resultados dos alunos foram semelhantes aos do grupo que desenvolveu a tarefa com um cariz tradicional. Estes resultados sugerem, então, que a forma como as tarefas são implementadas tem uma forte influência nas aprendizagens realizadas.

Para além do modo como as tarefas são colocadas em prática e dos aspetos que são explicitamente trabalhados, um outro fator a considerar quando se pretende fazer a análise das potencialidades das tarefas investigativas diz respeito ao tempo. Embora seja possível identificar ganhos na aprendizagem dos alunos em intervenções que se desenrolam num curto intervalo de tempo (veja-se, por exemplo, o estudo de Berg e colaboradores (2010)), o grau de sofisticação das competências desenvolvidas aumenta quando os alunos têm oportunidade de se envolver neste tipo de tarefa durante um período prolongado. Por exemplo, Hofstein, Shore e Kipnis (2004) concluem que as capacidades de formular questões e de delinear uma estratégia para dar resposta a uma questão-problema se desenvolvem à medida que os alunos adquirem experiência em tarefas de investigação abertas. Os autores analisaram os relatórios realizados por 25 grupos de alunos que se envolveram em tarefas investigativas (que implicaram a seleção de uma questão a investigar e o desenvolvimento de uma planificação para dar resposta a essa questão) e compararam o desempenho de três grupos: dois em que os alunos não tinham experiência neste tipo de tarefa (um do 11.º ano e outro do 12.º ano) e um que tinha experiência adquirida no ano letivo anterior. Foram encontradas algumas diferenças no tipo de questões formuladas: o último grupo formulou mais questões do tipo quantitativo e mais questões relacionadas com a investigação científica que se realiza nos laboratórios de química. No que concerne à planificação, o grupo de alunos com mais experiência neste tipo de tarefa destacou-se ao tornar evidente o controlo de variáveis e ao delinear estratégias que envolviam equipamento e ferramentas mais sofisticados e rigorosos.

Geralmente, verifica-se que, ao longo do tempo, os alunos vão adquirindo um maior à vontade e domínio das competências investigativas. No estudo de Santos (2002), realizado com quinze alunos do 12.º ano, na disciplina de Técnicas Laboratoriais de Biologia (já extinta), a autora verificou que o desempenho dos mesmos foi melhorando à medida que adquiriam experiência a realizar tarefas de investigação. Foram-se organizando melhor, dedicando mais tempo e sentindo menos dificuldade na planificação, realizando mais pesquisa bibliográfica, relacionando melhor a teoria com a prática, interpretando melhor os resultados, aproximando mais as conclusões à resposta

ao problema formulado. Também Baptista (2006) verificou que, ao longo de uma unidade didática enquadrada numa perspetiva de ensino por investigação, os alunos de duas turmas de 8.º ano foram superando algumas dificuldades no domínio cognitivo (por exemplo, na escrita, na colocação de questões, na elaboração de conclusões, na interpretação de resultados e na argumentação), no domínio processual (na planificação, na execução das tarefas e na organização do registo dos dados) e ao nível das atitudes (a capacidade de partilhar ideias, o respeito pelos outros e a autonomia).

De acordo com o estudo desenvolvido por Hofstein e colaboradores (2005), as competências desenvolvidas com a realização de tarefas investigativas podem ser transferidas para outras situações de aprendizagem. Ao compararem as atitudes e o desempenho de dois grupos de alunos num teste prático e na análise crítica de um artigo, os autores encontraram diferenças. Enquanto o primeiro grupo (que tinha realizado previamente quinze tarefas de investigação) demorou mais tempo e procurou completar todo o questionário, no outro grupo (que tinha realizado o mesmo número de tarefas num ensino tradicional) um grande número de alunos não respondeu a algumas questões. Neste grupo, foi comum não sugerirem uma questão para investigação futura (em ambos os instrumentos) e não formularem uma hipótese ou não planificarem a atividade experimental (no teste prático).

Para além disso, há a salientar o papel que o ensino por investigação poderá ter na promoção da literacia científica dos alunos. No projeto PARSEL (Galvão et al., 2011), em que as tarefas investigativas enfatizaram a relação entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente e envolveram um componente de tomada de decisão sociocientífica, os alunos do 3.º ciclo e do ensino secundário que participaram referiram, nas entrevistas, que o facto de terem participado no projeto os fez ter mais vontade de participar na sociedade, ser mais críticos acerca das questões sociocientíficas e estar mais confiantes relativamente à partilha e discussão de opiniões.

Os pontos de vista dos participantes vêm apoiar as potencialidades que têm vindo a ser evidenciadas. Por exemplo, a maioria dos alunos portugueses que participaram neste projeto considera que as tarefas que realizaram permitiram construir conhecimentos úteis e importantes para o dia-a-dia, desenvolver o pensamento crítico e o raciocínio (Galvão et al., 2011). No estudo desenvolvido por Santos (2002), os alunos do ensino secundário reconheceram como potencialidades das tarefas investigativas a promoção da compreensão do modo como funciona a ciência, o desenvolvimento de competências processuais, do conhecimento substantivo e o raciocínio. Também os

alunos que frequentaram uma disciplina universitária estruturada numa perspetiva de ensino por investigação referiram, em entrevistas, que as tarefas que desenvolveram os levaram a pensar, em vez de regurgitar informação, e promoveram a compreensão de alguns aspetos da natureza da ciência (Rogers & Abell, 2008).

Para além do desenvolvimento de competências do conhecimento substantivo, processual, epistemológico e do raciocínio, não será menos relevante analisar as potencialidades deste tipo de tarefa relativamente às atitudes e motivação dos alunos. Tuan, Chin, Tsai e Cheg (2005) compararam, através da análise quantitativa de um questionário, a motivação de um grupo de alunos ($n=254$) do 8.º ano que se envolveu em tarefas investigativas durante dez semanas relativamente a um grupo ($n=232$) que esteve sujeito a um ensino tradicional, concluindo que, depois da unidade de ensino, a motivação dos alunos do primeiro grupo aumentou significativamente. Para além disso, os dados recolhidos nas entrevistas realizadas a alunos do grupo experimental com diferentes estilos de aprendizagem reforçou que a maioria dos alunos demonstrou ter gostado de realizar as tarefas propostas. Assim, estes resultados sugerem que as tarefas de investigação se podem adequar a todos os estilos de aprendizagem.

Apesar de alguns autores, como Berg e colaboradores (2003), terem verificado que alguns alunos reagem melhor à mudança e aos desafios do que outros, nos estudos em que se fez um forte investimento na motivação dos mesmos, tais como, Baptista (2006) e Galvão e colaboradores (2011), uma elevada percentagem de alunos mostrou estar empenhada na resolução das tarefas e afirmou ter gostado das mesmas. No estudo de Lin e colaboradores (2011) verificou-se, ainda, que também os alunos mais fracos se mostraram interessados e se envolveram na aprendizagem de ciência.

De facto, em vários estudos, recolheram-se dados que permitem afirmar que, de um modo geral, os alunos preferem este tipo de estratégia ao ensino tradicional. Hofstein (2004), ao analisar as respostas aos questionários que os alunos do ensino secundário preencheram indicando as suas perceções em relação ao ambiente de aprendizagem que vivenciaram e aquele que gostariam de vivenciar, verificou que o fosso foi significativamente menor no grupo que realizou tarefas investigativas (abertas) do que no grupo que desenvolveu atividades laboratoriais de verificação. Também no estudo de Berg e colaboradores (2003) todos os alunos universitários que fizeram parte do grupo que realizou tarefas de investigação, ao serem confrontados com a possibilidade de escolher entre as duas modalidades de ensino (ensino incluindo tarefa de investigação ou ensino tradicional), indicaram preferir a primeira, porque fá-los

pensar, aprender com os erros, promove uma aprendizagem mais ativa e, portanto, mais significativa, tem um maior grau de liberdade, torna-se desafiante, estimula a criatividade e é mais interessante por se aproximar de uma situação real. Aliás, este tipo de argumentos emergiu em muitos dos estudos citados (Hofstein et al., 2004; Rogers & Abell, 2008). Assim, e tal como Berg e colaboradores (2003) sugerem, parece ser fundamental motivar os alunos e propor desafios que estejam ao alcance de todos para que se criem as condições base para se desenvolverem as competências que se pretendem.

De acordo com Gibson e Chase (2002), a motivação que as tarefas de investigação potenciam pode não se restringir aos momentos em que estas se estão a desenvolver. No estudo desenvolvido por estes autores, foram implementados questionários para avaliar o interesse e atitudes relativamente à ciência e às carreiras científicas a três grupos de alunos e em vários momentos. Um grupo incluiu alunos (do 7.º ou 8.º ano) que participaram num programa de verão, com a duração de duas semanas, envolvendo a realização de tarefas investigativas, outro grupo incluiu alunos que se inscreveram no programa, mas não foram selecionados e o último grupo continha alunos das mesmas escolas que não concorreram ao programa. Estes questionários foram implementados no primeiro dia do programa e uns anos mais tarde. Apesar de se verificar que as atitudes perante a ciência e o interesse nas carreiras científicas diminuíram nos três grupos (o que revela a importância de se estimular a motivação dos alunos no ensino secundário), o decréscimo foi muito mais acentuado nos alunos que se inscreveram no programa mas não foram selecionados do que no caso daqueles que participaram no programa. Os dois grupos de alunos que se inscreveram no programa, inicialmente, tinham um elevado interesse. No entanto, uns anos mais tarde, o grupo que não participou acabou por revelar o mesmo nível de interesse do que aquele que não tinha concorrido ao programa. Assim, estes resultados sugerem que a participação neste programa ajudou a manter, ou melhor, a minimizar o decréscimo de interesse dos alunos.

Dificuldades, constrangimentos e soluções

Apesar dos numerosos estudos que se têm desenvolvido para reverter o desinteresse dos alunos relativamente à ciência, os relatórios publicados a nível europeu mostram que os sinais de melhoria têm sido modestos (Comissão Europeia, 2007).

Embora as razões subjacentes ao desinteresse dos alunos sejam complexas, esses relatórios mostram existir uma relação entre a forma como a ciência é ensinada e as atitudes dos jovens perante a ciência. Apesar de os resultados da investigação em educação em ciências evidenciarem que as práticas baseadas no ensino por investigação podem fomentar o interesse dos alunos, a realidade na maioria dos países europeus é que a maioria das práticas educativas ainda não se enquadra nesta perspetiva de ensino, ou seja, tem sido difícil implementar esta estratégia em larga escala (Adb-el-Khalick et al., 2004; Comissão Europeia, 2007). Na revisão de literatura que Hofstein e Lunetta (2004) realizaram, embora tenham encontrado bons exemplos de implementação de tarefas investigativas em sala de aula, verificaram que os alunos ainda são frequentemente envolvidos em tarefas laboratoriais rotineiras, apelando a competências pouco complexas. Despende-se demasiado tempo em detalhes técnicos e manipulativos, em vez de se promover um processo de investigação e as interações professor-aluno consistem essencialmente em perguntas e respostas procedimentais de baixo nível conceptual. Estudos mais recentes (por exemplo, Hume & Coll, 2008) mostram que este problema persiste. As práticas de muitos professores de ciências continuam a pautar-se por tarefas muito fechadas em que a aprendizagem dos alunos é mecanicista e superficial, em vez de criativa e crítica.

Os professores, muitas vezes, nem sequer estão informados acerca das estratégias de ensino que são sugeridas na literatura, incluindo em documentos curriculares, nem entendem o que está por trás dessas sugestões, o que impossibilita uma mudança de práticas no sentido de haver uma aproximação com o que é preconizado atualmente para o ensino das ciências (Hofstein & Luneta, 2004).

Anderson (2002) identifica três tipos de barreiras à implementação de tarefas de investigação: os dilemas técnicos, os políticos e os culturais. Os dilemas técnicos dizem respeito à capacidade limitada de ensinar construtivamente, aos desafios da avaliação, às dificuldades de implementar trabalho em grupo, aos desafios colocados pelo novo papel do professor e dos alunos e à formação contínua inadequada. Os próprios manuais escolares, muitas vezes, também não ajudam. Muitos continuam a apresentar as tarefas laboratoriais como se fossem uma receita de culinária que os alunos devem seguir escrupulosamente e não promovem a reflexão acerca dos objetivos da investigação e da sequência de tarefas que têm de ser desenvolvidas para atingir esses fins (Hofstein & Lunetta, 2004).

Os dilemas políticos incluem a formação contínua limitada (que, por exemplo, não é mantida pelo número de anos suficiente), a resistência dos encarregados de educação, os conflitos entre os professores e a ausência de recursos. Deboer (2002) acrescenta, ainda, o facto de os programas, baseados em conteúdos, dificultarem um ensino-aprendizagem centrado nos alunos e reduzirem a autonomia e criatividade dos professores.

Os dilemas culturais dizem respeito às crenças e valores. Ter conhecimentos e capacidade para levar a cabo o ensino por investigação de pouco valerá se os professores e os alunos não o valorizarem (Abd-el-khalick et al., 2004). A este respeito Hackling (2005) refere algumas das razões que os professores têm apontado como entraves à implementação de tarefas investigativas. Uma delas prende-se com a extensão do currículo e com a conceção de que não há tempo suficiente para introduzir este tipo de tarefa (que exige mais tempo). Outra está relacionada com a crença de que os alunos não podem trabalhar sem procedimentos definidos ou que o elevado número de alunos, a segurança e a diversidade de experiências impedem a regulação do trabalho em sala de aula. E, por último, a ideia de que a avaliação (nomeadamente a externa) não recompensa os professores e os alunos que desenvolvem capacidades investigativas.

Mesmo em projetos que envolvem professores com uma estreita ligação à comunidade de investigadores da educação em ciências (tais como, professores que frequentam o mestrado, o doutoramento ou são orientadores de estágio), como foi o caso dos participantes do projeto PARSEL (Galvão et al., 2011), verifica-se a emergência de alguns destes dilemas. Ao nível dos dilemas técnicos, alguns professores, por vezes, sentiram-se perdidos devido à falta de orientações precisas, sentiram dificuldade em fomentar o debate e a discussão entre os alunos, verificando-se que, em algumas tarefas, não foram realizadas as aprendizagens que se pretendiam. No que diz respeito à dimensão cultural, sentiram que o conhecimento substantivo tende a ser mais valorizado pelos alunos (também devido à pressão dos exames), o que veio a influenciar, quer o empenho dos mesmos na realização das tarefas propostas, quer a própria gestão de tempo dos professores. Também eles sentiram tensão ao procurar lecionar todos os conteúdos programáticos e, simultaneamente, proporcionar aos alunos experiências de aprendizagem que fomentassem o desenvolvimento de um leque diversificado de competências.

De acordo com Hofstein e Lunetta (2004), a avaliação é um problema crucial porque muitos professores continuam a não usar uma avaliação autêntica e regular do

desempenho dos alunos (devido a problemas técnicos, culturais e/ou políticos). Assim, a avaliação do conhecimento processual e das capacidades investigativas tende a ser negligenciada e, por isso, muitos alunos não encaram este tipo de tarefas como importante para a sua aprendizagem. Para além disso, tendo em conta a popularidade dos exames externos, será ingénuo pensar que a tendência de se implementar tarefas investigativas aumentará se as capacidades investigativas não se tornarem mais visíveis nesses exames, uma vez que os mesmos influenciam as concepções dos professores, alunos e pais acerca do que é importante (Hofstein & Lunetta, 2004). Todavia, a existência de exames externos não impede que sejam implementadas tarefas investigativas. Smithenry (2010), ao analisar a implementação do currículo por uma professora de Química ao longo de um ano letivo, mostra que é possível integrar tarefas investigativas e cumprir o programa numa situação em que os alunos são sujeitos a um exame externo no final do ano.

Parece, então, haver necessidade de intervir, tendo em conta não apenas os dilemas técnicos, mas também os políticos e culturais. É essencial ter em conta estas três dimensões para que ocorra uma mudança nas práticas (Anderson, 2002). De acordo com este autor, a colaboração pode constituir o ponto chave já que estimula a reflexão, o que é fundamental para alterar crenças, valores e entendimentos. Vários estudos (como, Hofstein et al., 2004) têm demonstrado que o envolvimento em formações em que ocorre um apoio continuado permitem ultrapassar vários destes dilemas e favorecem uma mudança das práticas, tornando possível a implementação de tarefas investigativas com uma confiança acrescida ao longo do tempo. O grupo de trabalho de Avi Hofstein promoveu formações intensivas em que os professores participantes realizam tarefas investigativas em pequenos grupos e praticaram o uso dos instrumentos de avaliação. Para além disso, estes continuaram a encontrar-se, uma vez por mês, ao longo de dois anos. Nesses encontros, tiveram oportunidade de partilhar os problemas com que se depararam ao implementar as tarefas e os instrumentos de avaliação, recebendo feedback e fazendo ajustes. Os vários estudos desenvolvidos por este grupo (por exemplo, Hofstein et al., 2004, 2005; Kipnis & Hofstein, 2008) evidenciam que este modelo de formação fomentou a realização de tarefas investigativas na sala de aula.

Os professores participantes consideraram que o seu desenvolvimento profissional foi vital para a implementação, com sucesso, das tarefas investigativas em sala de aula e que as atividades que desenvolveram permitiram reduzir a sua ansiedade e aumentar a confiança para usar uma abordagem mais centrada no aluno (Abd-el-khalick et al.,

2004). Neste sentido, e tal como vários autores sugerem (Abd-el-khalick et al., 2004; Barrow, 2006), parece ser importante que os professores realizem, nas formações contínuas (e também na formação inicial), tarefas investigativas para que se sintam mais confortáveis e confiantes relativamente a esta estratégia antes de a implementar em sala de aula, já que a maioria deles não teve oportunidade de a vivenciar enquanto estudantes.

Em Portugal, Baptista (2010) promoveu um estudo centrado numa formação com o intuito de fomentar a utilização de tarefas de investigação. Esta envolveu três fases. Inicialmente, foi feita a análise e discussão sobre as orientações curriculares, o ensino e aprendizagem de ciência, as investigações na sala de aula e a avaliação como aprendizagem. Depois, cada professor, em colaboração com a investigadora, planeou uma proposta didática (uma sequência de aulas) no âmbito da disciplina de Ciências Físico-Químicas do 3.º ciclo do ensino básico. Na segunda fase, foram implementadas as propostas didáticas na sala de aula e recolhidos dados e, na terceira fase, foi feita a discussão sobre os resultados com cada professor participante e reformulado o plano da proposta didática. Os resultados mostram que as seis professoras participantes conseguiram implementar uma unidade didática baseada num ensino por investigação. Apesar das dificuldades que surgiram (nomeadamente, na adoção de um novo papel na sala de aula, na retroação dada aos alunos, na gestão de comportamentos disruptivos, do tempo e do material), reconheceram a importância de mudar as suas práticas e introduzir tarefas investigativas. Assim sendo, a formação parece ser essencial para uma pedagogia renovada no ensino das ciências.

Síntese

O ensino por investigação permite que os objetivos preconizados atualmente para a educação formal em ciências sejam atingidos e, por isso, é uma abordagem valorizada em muitos currículos nacionais e internacionais de ciências. Trata-se de uma perspetiva de ensino que apela ao questionamento, à resolução de problemas e à comunicação e que envolve os alunos na utilização de processos investigativos. As tarefas podem variar quanto ao seu grau de abertura, no entanto, devem procurar fomentar a aprendizagem da ciência, através da ciência e sobre a ciência.

As potencialidades do ensino por investigação estão diretamente relacionados com as competências que são explicitamente trabalhadas pelos alunos (e promovidas pelos professores). Vários estudos demonstram que, quando devidamente desenvolvidas, as tarefas investigativas fomentam a aprendizagem da ciência, verificando-se, em alguns trabalhos de investigação, que os alunos realizaram aprendizagens mais duradouras do que aqueles que foram envolvidos num ensino tradicional. Ao aprenderem através da ciência, os alunos desenvolvem competências processuais, nomeadamente as investigativas, como colocar questões ou planificar. Para além disso, este tipo de tarefa parece poder promover a reflexão e a metacognição. Por último, pode, ainda, promover a compreensão da natureza da ciência.

Por se tratarem de tarefas em que há um envolvimento ativo dos alunos, nas quais estes assumem a responsabilidade em todo, ou quase todo o processo, tornam-se motivantes, por isso, de um modo geral, os alunos valorizam-nas e reconhecem as suas potencialidades. Ainda assim, não constituem uma prática comum em muitas salas de aula. Existem vários tipos de dilemas e obstáculos (os técnicos, os políticos e os culturais) que têm dificultado a sua implementação em larga escala. Porém, a formação contínua, através de um trabalho colaborativo entre professores e investigadores, poderá favorecer a eliminação de algumas barreiras e a superação de dificuldades.

CAPÍTULO 3

A evolução das perspectivas e práticas avaliativas

A consistência das mudanças dos processos de ensino-aprendizagem implica mudanças nas práticas de avaliação, e vice-versa (Perrenoud, 1999; Pinto & Santos, 2006). Assim sendo, a perspectiva de avaliação no contexto pedagógico (as suas finalidades e métodos) também evoluiu de modo a acompanhar as diferentes perspectivas acerca do processo de ensino-aprendizagem e as expectativas sociais que são cada vez mais exigentes (Earl & Katz, 2006).

Neste capítulo, inicialmente, procuro dar conta da evolução que ocorreu ao nível das concepções sobre a avaliação, dando especial ênfase às finalidades e aos pontos de referência associados a cada uma delas. Numa segunda parte, analiso os normativos e o programa atual de Física e Química procurando identificar as concepções que lhes estão subjacentes. Por último, abordo alguns constrangimentos que se colocam à implementação de práticas avaliativas coerentes com as perspectivas mais recentes, procuro fazer um ponto de situação da investigação que tem sido feita nas salas de aula portuguesas e discuto alguns aspetos essenciais para que a teoria seja colocada em prática.

As quatro gerações da avaliação

Embora a avaliação se realize desde os primórdios do Homem (por exemplo, já no ano 2000 a.C. os chineses realizavam exames escritos para selecionar os seus oficiais), tem sido principalmente ao longo dos últimos cerca de 100 anos que o seu significado tem sofrido maior evolução. Guba e Lincoln (1989) distinguem quatro gerações que têm conceptualizações diferentes de avaliação, cada vez mais complexas e sofisticadas. A primeira, geração da medida, surgiu a partir de meados do século XIX quando despertou um especial interesse pela medida. Procuravam-se, nomeadamente no contexto educativo, instrumentos rigorosos, objetivos e normalizados. Este paradigma está assente num modelo pedagógico centrado no ensinar. O professor transmite o saber e o aluno deve saber reproduzi-lo, o que significa que é um modelo de avaliação que se encaixa na perspectiva de ensino por transmissão. A avaliação ocorre no final de um período de ensino, num momento especialmente criado para esse fim, servindo apenas para verificar e controlar a aprendizagem dos alunos. Os exames e os testes assumem o papel principal e conferem à avaliação uma legitimidade social indiscutível. Permitem a comparação dos resultados de cada aluno com o grupo de referência, geralmente, o grupo-turma, e a construção de uma hierarquia. Os resultados são atribuídos ao esforço, ao empenho ou às faculdades intelectuais dos alunos e, por esta razão, o erro não tem qualquer valor informativo ou pedagógico (Pinto & Santos, 2006). Deve ser evitado, punido e exigida nova resposta (Vasconcelos et al., 2003).

Em meados do século XX, com o aparecimento da docimologia (domínio de estudo com o objetivo de estudar os exames), procurou dar-se resposta à fragilidade destes procedimentos de avaliação. Acompanhando a emergência de uma pedagogia orientada por objetivos, a avaliação procurava, agora, determinar o afastamento do desempenho do aluno em relação a cada objetivo (com especial destaque para o domínio cognitivo). Passou a ter-se um sistema de referência criterial. Esta fase é designada pelos autores Guba e Lincoln (1989) por geração da descrição dado que a avaliação pretende descrever os pontos fortes e fracos do desempenho dos alunos (Fernandes, 2005). A sua principal função é ajudar o professor a tomar decisões no sentido de criar melhores condições de aprendizagem. No entanto, como este modelo não pressupõe uma análise e reflexão sobre as razões que levam ao afastamento dos desempenhos dos alunos em relação aos objetivos, as ações dos professores passam

essencialmente por atividades normalizadas de remediação ou de aprofundamento (Pinto & Santos, 2006). Trata-se de uma avaliação formativa pontual e retroativa (Allal, 1986), o que significa que ocorre após um período de ensino-aprendizagem e antecede o momento de avaliação sumativa. As estratégias mais utilizadas para retomar os objetivos não atingidos são: repetir tarefas, facultar mais tempo ou simplificar as tarefas ou os objetivos a atingir (os chamados objetivos mínimos). Esta perspectiva de avaliação tem como ponto forte a identificação das dificuldades dos alunos no processo ensino/aprendizagem, mas como ponto fraco o tipo de estratégias adotadas para as ultrapassar (Pinto & Santos, 2006). Para além disso, as pressões de tempo (cumprimento do programa) e as pressões sociais conduzem, por vezes, ao abandono desta prática avaliativa.

Num terceiro momento, designado por geração da formulação de juízos, a avaliação passou a ser considerada um julgamento de especialistas. Assim sendo, poder-se-á encarar como:

o acto pelo qual se formula um juízo de “valor” incidindo num objecto determinado (indivíduo, situação, acção, projecto, etc.) por meio de um confronto entre duas séries de dados que são postos em relação:

- dados que são da ordem do facto em si e que dizem respeito ao objecto real a avaliar;
- dados que são da ordem do ideal e que dizem respeito a expectativas, intenções ou a projectos que se aplicam ao mesmo objecto. (Hadji, 1994, p. 31)

Figari (1996) acrescenta que avaliação é o processo de regulação dos sistemas de aprendizagem que consiste em recolher e interpretar a informação, com vista a serem tomadas decisões para o seu melhoramento. A interpretação da informação, enquadrando-se no modelo cognitivista da aprendizagem, pressupõe a compreensão do funcionamento cognitivo do aluno o que permite uma adaptação pedagógica diferenciada e ajustada a cada um. Trata-se, agora, de uma avaliação que acompanha o processo de ensino-aprendizagem, levando-se a cabo as três fases referidas anteriormente (recolha de informação, interpretação e decisão) de um modo contínuo para que as orientações e adaptações sejam realizadas no imediato – regulação interativa (Allal, 1986). Porém, estas orientações e adaptações ficam ao encargo do professor, ou seja, ele é o principal agente da regulação.

Nos anos noventa surge uma nova perspectiva que Guba e Lincoln (1989) designam por avaliação recetiva (*responsive*). Associada a um modelo pedagógico

centrado no aprender, onde se encara o aluno como o construtor do seu conhecimento, os instrumentos de avaliação servem para o ajudar a regular a sua própria aprendizagem. A avaliação deixa de ser o processo unilateral que caracteriza as gerações anteriores, para passar a ser um processo de comunicação (Blais & Laurier, 2006; Pinto & Santos, 2006). Neste sentido, torna-se fundamental utilizar/construir uma mensagem acessível e portadora de sentido para todos (Fernandes, 2006a; Hadji, 1994). Os vários atores têm um papel a desempenhar para encontrar os melhores caminhos face aos objetivos e às dificuldades que vão surgindo. Há uma partilha de responsabilidades no processo avaliativo. Aos alunos cabe perceber os seus pontos fortes e fracos e, através da reflexão sobre o seu percurso, isto é, recorrendo à metacognição, encontrar meios para ultrapassar as dificuldades. Ao professor cabe organizar os contextos e acompanhar a aprendizagem, criando condições para que os alunos se possam apropriar dos critérios de avaliação e possuir as ferramentas necessárias para dirigir a sua aprendizagem (Earl & Katz, 2006; Pinto & Santos, 2002; Swaffield, 2011). Esta é uma avaliação que está integrada no processo de ensino e aprendizagem. Neste modelo, a autoavaliação (Nunziati, 1990) aparece como a forma de avaliação privilegiada.

Como vimos, deu-se um deslocamento da ênfase nos produtos, associada a técnicas e procedimentos normalizados de recolha e análise de dados, para uma ênfase nos processos, em que, através da compreensão da informação recolhida, o professor procura intervir de uma forma fundamentada. Mais tarde, surge a ideia de uma avaliação centrada num todo (processos, produtos e na relação que se estabelece entre eles), consistindo num instrumento de compreensão e de ação reguladora utilizado primordialmente pelo aluno (Pinto & Santos, 2006).

Os diferentes pontos de referência

As diferentes perspectivas de avaliação fazem-se acompanhar de pontos de referência distintos. De acordo com a primeira perspectiva, o desempenho de um aluno era comparado com o desempenho de um determinado grupo de alunos, por exemplo, o grupo-turma (referência à norma). Depois, passou a ser analisado em relação a critérios (referência a critérios) e, de acordo com a perspectiva mais atual, procura-se também compará-lo com desempenhos anteriores (referência ao próprio indivíduo). Em inglês, alguns autores designam este último tipo de avaliação por *ipsative assessment* (Haydn, 2005).

Os pontos de referência utilizados têm fortes implicações no processo de ensino-aprendizagem. Quando se realiza uma avaliação normativa compara-se o desempenho de um sujeito com o desempenho médio do grupo de que faz parte, ou seja, tem-se como referência o grupo. Assim, considera-se “normal” que os resultados de alguns alunos se enquadrem abaixo e outros acima do nível médio do grupo. Esta distribuição é representada pela curva normal de Gauss. Este tipo de avaliação não fornece qualquer informação acerca daquilo que o aluno é capaz de fazer. Em contrapartida, numa perspectiva criterial o desempenho do aluno é avaliado recorrendo-se a critérios que servem para apreciar a qualidade, procurando-se compreender até que ponto o aluno conseguiu atingir as metas delineadas. Esses critérios podem restringir-se a objetivos comportamentais, se nos enquadrarmos numa pedagogia por objetivos (Bloom, Hastings & Madaus, 1971), ou a critérios associados à tarefa se nos enquadrarmos nas pedagogias mais atuais.

Estas duas perspectivas de avaliação, normativa e criterial, diferem no que diz respeito à finalidade: a primeira visa essencialmente hierarquizar, classificar e selecionar, enquanto a segunda visa reorganizar o ensino e a aprendizagem de acordo com as necessidades de cada um para que, objetivo a objetivo, os resultados da aprendizagem dos alunos se aproximem, cada vez mais, de uma curva em J. Esta indica que, à medida que o tempo passa, o desempenho se aproxima dos níveis desejados (Pinto & Santos, 2006). Para além disso, enquanto a avaliação normativa se limita a identificar aqueles que necessitam de medidas de apoio para atingir o sucesso, a criterial permite identificar os pontos fortes e fracos de cada aluno - ponto de partida para uma regulação das aprendizagens. Enquanto que a primeira conduz a uma catalogação dos alunos em “bons” e “maus”, favorecendo frequentemente formação de autoimagens negativas ou supervalorizadas e fomentando a competição entre os alunos, a segunda assenta no princípio de que todos os alunos podem aprender e melhorar, fomentando uma competição do aluno consigo próprio numa perspectiva de progresso e de sucesso individual (Ferraz et al., 1994). Neste sentido, para além dos critérios de avaliação e das metas a atingir, é igualmente importante ter em conta os desempenhos anteriores do aluno de modo a que este possa perceber se houve ou não evolução e compreender de que modo os processos utilizados a influenciaram. Apenas recorrendo a um processo de metacognição o aluno poderá aprender com o processo de avaliação (Crisp, 2012; Santos, 2002).

As finalidades da avaliação

Ainda que presentemente se aponte para a realização de uma avaliação *para* as aprendizagens e uma avaliação *como* aprendizagem, os atuais sistemas de ensino exigem que se continue a realizar uma avaliação *das* aprendizagens. A avaliação continua a ter várias funções (Crisp, 2012), porém, a ênfase atribuída a cada uma delas tem-se alterado de modo a acompanhar a evolução das perspectivas de ensino-aprendizagem, no sentido de uma harmonização e congruência entre o currículo, o ensino, a aprendizagem e a avaliação.

Importa, agora, clarificar o significado destas três designações utilizadas por alguns autores (por exemplo, Earl & Katz, 2006). A avaliação *das* aprendizagens tem como objetivo proceder a um balanço das aprendizagens e competências adquiridas no final de um ciclo de estudos, geralmente, com o intuito classificar, hierarquizar e certificar. Poderá também servir para sustentar as decisões, tanto ao nível da seleção, como da orientação, baseadas numa antecipação do futuro próximo do aluno em termos das suas competências para prosseguir determinados percursos escolares. A avaliação *para* as aprendizagens tem o intuito de promover a aprendizagem. Assim, ela fornece informações úteis que são usadas como feedback para regular, ou seja, redirecionar as atividades de ensino e de aprendizagem (Black, Harrison, Lee, Marshall & Wiliam, 2004; Black & Wiliam, 1998; Jones, 2005). Este tipo de avaliação é formativa quando são recolhidas, interpretadas e usadas evidências acerca do desempenho dos alunos para tomar melhores decisões (ou mais fundamentadas) sobre o caminho a seguir do que na ausência dessas evidências (Black & Wiliam, 2009). A avaliação *como* aprendizagem (Earl & Katz, 2006) ou avaliação integrativa (Crisp, 2012) tem como principal objetivo promover a autorregulação e a autonomia dos alunos, ou seja, desenvolver competências que lhes permitam aprender ao longo da vida. Neste sentido, envolve o desenvolvimento da metacognição. Isto significa que, através da avaliação, os alunos compreendem a forma como realizam as aprendizagens, isto é, a sua atividade cognitiva, monitorizando o seu próprio processo de aprendizagem (Crisp, 2012; Earl & Katz, 2006). Assim sendo, enquanto a avaliação *para* as aprendizagens, geralmente, está associada ao conceito de avaliação formativa, a avaliação *como* aprendizagem está fundamentalmente associada ao conceito de avaliação formadora. Segundo Nunziati (1990), a avaliação formadora consiste num processo de autorregulação, em que o aluno constrói o seu próprio percurso de aprendizagem através da apropriação dos objetivos e

critérios de avaliação, da autoavaliação, da autocorreção, auto-monitorização e autocontrole.

Alguns autores (por exemplo, Jones, 2005; Stiggins, 2002; Willis, 2007) consideram apenas duas categorias: a avaliação *das* aprendizagens e a avaliação *para* as aprendizagens, considerando que a avaliação *como* aprendizagem está incluída na ideia de avaliação *para* as aprendizagens. No entanto, penso que se tratam de conceitos diferentes e que vale a pena distinguir, na medida em que o aluno desempenha um papel mais central e ativo na modalidade de avaliação formadora (avaliação *como* aprendizagem) do que na de avaliação formativa (avaliação *para* a aprendizagem). Nesta segunda modalidade, o seu progresso poderá estar dependente do feedback fornecido pelo professor, enquanto na primeira a regulação das aprendizagens se deve essencialmente ao recurso a capacidades metacognitivas que permitem uma progressão mais autónoma. Mas, adquirir motivação, maturidade e capacidades metacognitivas suficientemente desenvolvidas implica uma aprendizagem em que a avaliação formativa assumirá certamente um papel muito importante para que esta efetivamente aconteça.

Os três tipos de avaliação têm lugar nos sistemas educativos, ainda que nem sempre seja fácil saber qual a “dose” certa de cada um. Claro que, tendo em conta que o horizonte é garantir o sucesso educativo de todos, a avaliação *para* as aprendizagens e *como* aprendizagem devem ser as protagonistas, principalmente a avaliação *como* aprendizagem já que a promoção da autonomia, da responsabilização dos alunos e da capacidade de aprender a aprender constituem a grande meta do processo de ensino-aprendizagem. Assim sendo, a avaliação que se preconiza nos dias de hoje poderá ser representada por uma pirâmide que assenta na avaliação *como* aprendizagem (Figura 3.1.). Esta deverá ser a principal modalidade de avaliação, recorrendo-se à avaliação *para* a aprendizagem quando necessário (Perrenoud, 1999). Estas atuam como alicerces do progresso das aprendizagens e do desenvolvimento da autonomia. A avaliação *das* aprendizagens é utilizada quando é necessário fornecer juízos de valor de carácter sumativo. Em contrapartida, numa perspectiva de ensino-aprendizagem tradicional a ênfase é colocada na avaliação *das* aprendizagens (Figura 3.2.).

A avaliação associada às pedagogias tradicionais e àquelas que são mais atuais difere acima de tudo na sua intencionalidade. A primeira tem, sobretudo, uma função social (hierarquização, seleção e certificação do aluno). A segunda dá ênfase à função pedagógica, ou seja, à avaliação ao serviço das aprendizagens e à avaliação como um instrumento de aprendizagem (Perrenoud, 1999; Santos, 2002).

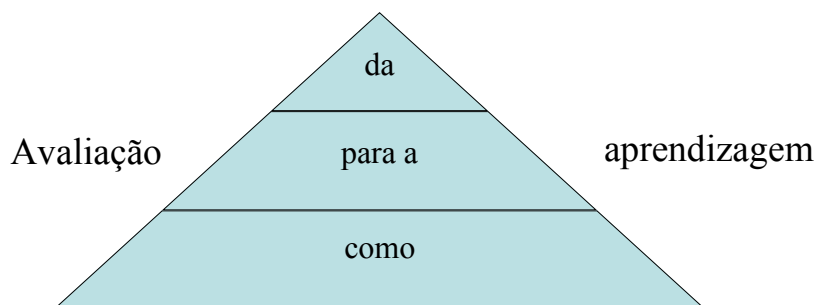


Figura 3.1. Pirâmide da avaliação reconfigurada (Earl & Katz, 2006, p. 15)

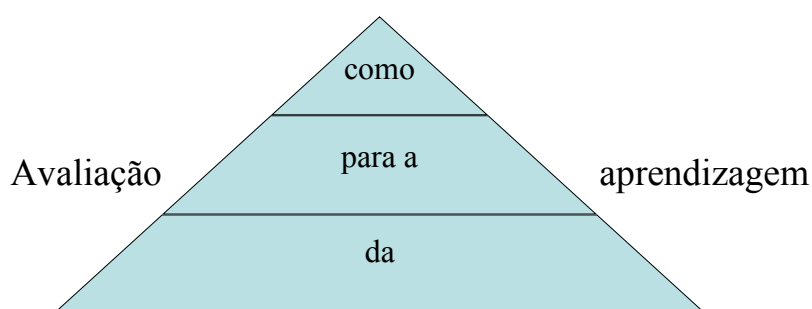


Figura 3.2. Pirâmide da avaliação tradicional (Earl & Katz, 2006, p. 15)

As políticas educativas e orientações no que concerne à avaliação

A Lei de Bases do Sistema Educativo Português (Lei nº 46/86) estabelece como princípio geral um sistema de ensino que deve ser para todos: “É da especial responsabilidade do Estado promover a democratização do ensino, garantindo o direito a uma justa e efectiva igualdade de oportunidades no acesso ao sucesso escolar” (Artigo 2.º, n.º 2, p. 3068). No entanto, e muito embora se ambicione uma igualdade de oportunidades, é bem claro que os alunos partem de uma situação de desigualdade. Há uma crescente diversidade de competências e experiências dos alunos devido, por exemplo, a diferentes proveniências étnica e socioculturais, condições físicas e intelectuais, numa era onde a multiculturalidade é uma realidade cada vez mais evidente. Não restam dúvidas que, para se atingir o sucesso escolar, é necessário adaptar as situações de aprendizagem e de avaliação a cada aluno. É necessário observar e questionar a informação recolhida para compreender os processos utilizados pelos alunos, compreender as razões pelas quais sentiram dificuldades e identificar os níveis

de aprendizagem. Assim sendo, a principal finalidade da avaliação deverá ser a melhoria das aprendizagens dos alunos de modo a que sejam criadas condições para que todos possam atingir elevados níveis de desempenho. Como diz Hadji (1994, p. 92), “sendo a facilitação das aprendizagens a tarefa essencial dos professores, a *avaliação escolar tem por primeira função contribuir para uma boa gestão dessas aprendizagens.*”

Ao longo dos tempos, nos Decretos-Lei e Despachos Normativos que têm vindo a regular a avaliação no sistema educativo português, nomeadamente no ensino secundário (já que é neste nível que será realizado o estudo), o destaque dado à função pedagógica da avaliação tem oscilado. Em 1993, e em consonância com a Lei de Bases do Sistema Educativo, estimular o sucesso educativo dos alunos figurava em primeiro lugar no campo das finalidades da avaliação (Despacho Normativo n.º 338/1993, de 21 de outubro). Preconizava-se uma avaliação sistemática e contínua que auxiliasse, quer os professores, quer os alunos, a melhorar a qualidade do ensino e das aprendizagens. Fazia-se já alguma alusão à necessidade de estimular a autonomia dos alunos, nomeadamente quando na alínea c) do ponto 3, relativo às finalidades, se refere que a avaliação deve: “auxiliar os alunos na tomada, ou reformulação, de decisões que possam influir na promoção e consolidação do seu próprio processo educativo e na sua preparação para o ingresso na vida activa ou para o prosseguimento de estudos” (p. 5934). Porém, quando se definem e se indicam os objetivos e o modo de operacionalizar a avaliação formativa, nos pontos 16 e 17 do referido documento, é colocada a responsabilidade desta modalidade de avaliação fundamentalmente nos professores. Os alunos (e os encarregados de educação) são chamados a colaborar neste processo apenas quando tal se mostre necessário:

A avaliação formativa é da responsabilidade dos professores, em articulação com os órgãos de orientação e de apoio educativo, cabendo ao director de turma a coordenação dos seus resultados, garantindo o seu carácter integrador e globalizante.

Sempre que se mostre adequado, as entidades referidas no número anterior devem chamar a colaborar na avaliação os alunos e os pais e encarregados de educação. (p. 5935)

Assim, parece que se fomenta uma participação pontual dos alunos e, por conseguinte, a avaliação *como* aprendizagem parece ainda estar longe de ser uma meta a atingir, ou seja, de ser uma modalidade de avaliação privilegiada.

A par da reorganização da estrutura curricular do ensino secundário, o Decreto-Lei nº7/2001, de 18 de janeiro que, entre outras coisas, regulamenta a avaliação, também dá ênfase ao seu carácter regulador. Apesar de se continuar a atribuir aos professores o papel principal na avaliação das aprendizagens, o discurso muda ligeiramente no que diz respeito à participação dos alunos e encarregados de educação. Em vez de uma participação esporádica e facultativa, parece pretender-se assegurar-se a sua existência:

Na avaliação das aprendizagens dos alunos intervêm os professores que integram o conselho de turma, assim como serviços centrais do Ministério da Educação, de acordo com o disposto na legislação aplicável.

A escola deve assegurar a participação dos alunos e dos pais e encarregados de educação no processo de avaliação das aprendizagens, em condições a estabelecer no respectivo regulamento interno. (p. 261)

Um outro avanço que se faz sentir comparativamente com o despacho anterior diz respeito à preocupação com a transparência do processo de avaliação:

No âmbito da sua autonomia, compete à escola, em articulação com os serviços centrais e regionais da administração da educação, desenvolver e divulgar instrumentos de avaliação, assegurando que esta constitua o elemento regulador do ensino e da aprendizagem. (p. 261)

Só através do reconhecimento das regras do jogo o aluno, em colaboração com outros intervenientes do processo educativo (professores, encarregados de educação, etc.), tem possibilidade de reorientar o seu percurso no sentido desejado (Hadji, 1994; Santos, 2002).

O Despacho Normativo nº 21/2002, de 10 de abril, concretiza os princípios orientadores e as principais disposições relativas à avaliação das aprendizagens dos alunos do ensino secundário que foram consagradas no Decreto-Lei nº 7/2001, de 18 de janeiro, e substitui o Despacho Normativo nº 338/93, de 21 de outubro. Esta regulamentação não introduz alterações significativas no que concerne às finalidades da avaliação, mas inclui novos pontos que importa considerar, uma vez que demonstram uma maior consonância entre as orientações legais e aquelas que resultam da investigação realizada na área da educação. Assim, este despacho:

- a) apela para a realização de uma avaliação que não incida apenas nas competências específicas de cada disciplina:

As aprendizagens ligadas a componentes do currículo de carácter transversal ou de natureza instrumental, nomeadamente no âmbito da educação para a cidadania, da compreensão e expressão em língua portuguesa ou da utilização das tecnologias de informação e comunicação, constituem, numa perspetiva formativa, objecto de avaliação em todas as disciplinas e áreas curriculares. (alínea 1.7, p. 3497)

- b) define os princípios orientadores da avaliação que são: a melhoria/regulação das aprendizagens; a congruência entre o ensino, a aprendizagem e a avaliação; a diversificação de técnicas e de instrumentos (que devem ser adequados à avaliação dos diferentes saberes e competências que integram o currículo); e a diversificação dos intervenientes. Mais tarde, a Portaria nº 550-D/2004, de 21 de maio, acrescenta outros dois princípios: a transparência da avaliação através da explicitação e divulgação dos critérios adotados e a valorização do fornecimento de informação sistemática ao aluno sobre o seu desempenho para promover a melhoria das aprendizagens.
- c) apela, pela primeira vez, à realização da autoavaliação dos alunos (quando indica os intervenientes do processo avaliativo e quando justifica o princípio da diversificação dos intervenientes):

O processo de avaliação é conduzido pelo professor ou equipa de professores responsáveis pela organização do ensino e da aprendizagem, envolvendo também os:

a) Alunos, através da sua autoavaliação. (alínea 1.9, p. 3497)

Diversificação dos intervenientes, entendida como o reconhecimento de que a autoavaliação dos alunos e a participação activa dos pais, encarregados de educação e outros intervenientes são, sem prejuízo do papel fundamental do professor, uma necessidade imposta pela complexidade do processo avaliativo. (alínea 1.8, p. 3497)

- d) fomenta a definição e divulgação, nomeadamente aos alunos e encarregados de educação, dos critérios de avaliação para cada disciplina e área curricular de cada ano.
- e) fornece orientações quanto à recolha e à análise da informação recolhida, embora não haja qualquer menção à participação do aluno neste ponto.

Pela primeira vez, a avaliação começa a ser encarada como uma interação social assente no processo de comunicação:

A avaliação formativa é da responsabilidade de cada professor, em diálogo com os alunos, numa perspectiva de promoção da autoavaliação, e em colaboração com os outros professores, no âmbito do conselho de turma e, ainda, sempre que necessário, com os serviços especializados de apoio educativo e os encarregados de educação. (p. 3498).

Embora entre 1993 e 2004 haja um acompanhamento progressivo da legislação em relação à evolução das perspectivas teóricas, observa-se um retrocesso na legislação mais recente (Decreto-Lei nº139/2012, de 5 de julho). Repare-se, por exemplo, no enfoque que é dado ao ensino. Enquanto a legislação de 2001 e 2002 preconizava a utilização da avaliação como um elemento regulador do ensino e da aprendizagem, em 2012, o enfoque é colocado no ensino, isto é, a referência à aprendizagem é muito menos frequente:

1 — A avaliação constitui um processo regulador do ensino, orientador do percurso escolar e certificador dos conhecimentos adquiridos e capacidades desenvolvidas pelo aluno.

2 — A avaliação tem por objetivo a melhoria do ensino através da verificação dos conhecimentos adquiridos e das capacidades desenvolvidas nos alunos e da aferição do grau de cumprimento das metas curriculares globalmente fixadas para os níveis de ensino básico e secundário. (p. 3481)

Para além disso, se logo no início do século XXI, a legislação portuguesa começava a apontar no sentido da promoção da avaliação *como* aprendizagem, na medida em que fomentava o desenvolvimento da autoavaliação, na regulamentação que surge em 2012 o papel do aluno parece voltar a ser pouco valorizado. Por exemplo, no que diz respeito aos efeitos da avaliação formativa, preconiza-se apenas a participação do professor (na regulação das estratégias de ensino): “A avaliação formativa gera medidas pedagógicas adequadas às características dos alunos e à aprendizagem a desenvolver” (p. 3481).

Como vimos o enfoque dado pelos normativos aos vários tipos de avaliação foi-se alterando. Parecia haver uma valorização crescente da avaliação *para* e *como* aprendizagem. No entanto, a legislação mais recente ressalta essencialmente a avaliação *das* aprendizagens. Que ênfase dará o currículo da disciplina de Física e Química a cada um destes tipos de avaliação? Dado que para este estudo importa, fundamentalmente, as orientações relativamente aos 10.º e 11.º anos de escolaridade, cingir-me-ei à sua análise para responder a esta questão.

Se, por um lado, as finalidades que constam no programa de Física e Química apontam para o desenvolvimento da autonomia dos alunos, “criando-lhes estímulos para o trabalho individual, aumentando-lhes a auto-estima e ajudando-os a prepararem-se para percursos de trabalho cada vez mais independentes” (Martins & Caldeira, 2001, p. 4), por outro, os discursos sobre a avaliação atribuem maioritariamente ao professor a responsabilidade neste processo: “a avaliação formativa que, permanentemente, o professor deverá fazer, visa proporcionar ao aluno o conhecimento do nível de competências já alcançadas com vista ao seu melhoramento” (p. 11). “O professor deverá fazer uma avaliação progressiva das aprendizagens que contemple os aspectos evolutivos do aluno” (p. 12). Assim sendo, embora se preconize a realização de uma avaliação formativa coerente com o currículo e com as diferentes tarefas que são desenvolvidas, apoiada por técnicas e instrumentos variados e adequados a cada uma delas, não há qualquer apelo à realização de uma avaliação formadora. Tal significa que nem toda a ideologia patente na legislação em vigor até 2012 foi fomentada nas orientações mais específicas disponibilizadas aos professores de Física e Química do ensino secundário.

Da teoria à prática

Tal como Pinto e Santos (2006) realçam, a emergência de uma nova perspetiva não anula necessariamente as que já existem. Para além disso, as práticas evoluem muito mais lentamente do que as teorias. Por estas razões, ainda hoje podemos encontrar práticas marcadas pelas conceções iniciais, tanto no que diz respeito às perspetivas de ensino-aprendizagem como aos modelos de avaliação, e práticas em “mosaico”, ou seja, que misturam várias conceptualizações (Barreira & Pinto, 2005; Fernandes, 2006b; Pinto & Santos, 2006; Vasconcelos et al., 2003). As diferentes perspetivas de avaliação não diferem apenas no tipo de tarefas e instrumentos utilizados, mas também nos seus objetivos e nos tipos de critérios que envolvem (Morgan, 2003). Assim sendo, mudanças nas práticas de avaliação implicam uma mudança da lógica do processo de ensino-aprendizagem e vice-versa (Pinto & Santos, 2006).

Uma revisão de estudos empíricos realizados em Portugal (entre 1990 e 2005) sobre a avaliação das aprendizagens do pré-escolar ao ensino secundário revela-nos que a maior parte das investigações realizadas demonstram inconsistência entre as

conceções e as práticas dos professores, sendo as primeiras mais avançadas do que as segundas (Barreira & Pinto, 2005). Embora alguns estudos revelem que há professores que ainda confundem avaliação sumativa com avaliação formativa (Ver síntese realizada por Fernandes, 2006b), outros mostram que os professores estão a acompanhar os avanços teóricos sobre avaliação, nomeadamente a avaliação formativa (Barreira & Pinto, 2005). Mas, na prática, a avaliação formativa realiza-se de forma pontual, informal e implícita (Barreira & Pinto, 2005; Fernandes, 2005, 2006b), predominando, ainda, mecanismos retroativos associados a perspetivas behavioristas (Fernandes, 2006a, 2006b). Para além disso, a avaliação *para* as aprendizagens continua a ser menos valorizada, nos Projetos Educativos, do que a avaliação *das* aprendizagens (Barreira, 2005).

Em Portugal persistem as dificuldades dos professores em pôr em prática uma avaliação formativa, embora considerem que se trata de um processo importante na regulação das aprendizagens (Fernandes, 2006b). É frequente pensarem que a avaliação que desenvolvem na sala de aula tem um carácter formativo. No entanto, após análise, conclui-se que tal não corresponde à realidade (Fernandes, 2006a, 2006b). Assim sendo, e à semelhança do que se verifica em outros países (Black & Wiliam, 1998; Volante, Drake & Beckett, 2010; Willis, 2011), em Portugal, a prática da avaliação formativa é uma exceção e não uma regra (Barreira & Pinto, 2005).

A avaliação não está verdadeiramente integrada nos processos de ensino-aprendizagem dado que os instrumentos de avaliação são utilizados pontualmente, em vez de acompanhar e regular a aprendizagem dos alunos sistematicamente. Os dados recolhidos fornecem poucos detalhes acerca dos saberes, das competências e do nível de domínio precisamente atingido em cada campo porque visam essencialmente controlar o trabalho dos alunos para certificar as suas aquisições (Fernandes, 2005; Perrenoud, 1999).

Os estudos seleccionados por Barreira e Pinto (2005) parecem apontar para uma utilização diversificada dos instrumentos de avaliação. Fernandes (2006b), porém, conclui que os professores ainda diversificam pouco os métodos de avaliação. Será que esta contradição se deve ao facto de os estudos referidos na síntese de Fernandes incluírem a década de 80, altura em que a avaliação formativa estava ainda longe de ser uma prática comum, fazendo, assim, diminuir a percentagem de estudos em que identificou uma utilização diversificada dos instrumentos de avaliação? Muitos dos artigos publicados descrevem e estudam inovações pedagógicas desenvolvidas no

âmbito de projetos, nomeadamente dissertações de mestrado ou teses de doutoramento. Será que estes artigos espelham a avaliação que se desenvolve no quotidiano das salas de aula? Será que as atividades que se desenvolvem no âmbito destes projetos têm depois continuidade? Talvez nos últimos anos tenha havido algum progresso, no entanto, para que possamos concluir que se têm utilizado instrumentos de avaliação diversificados no quotidiano das salas de aula seriam necessários mais estudos.

A revisão de estudos empíricos realizada por Barreira e Pinto (2005) e a síntese de Fernandes (2006b) corroboram a ideia de que se continua a dar excessiva ênfase aos testes escritos (com exceção do 1.º ciclo). Muitos professores continuam convictos de que é através deles que se avaliam aprendizagens profundas (embora estudos de investigação comprovem que a grande maioria testam procedimentos rotineiros e algorítmicos). Por estas razões, alunos (e também muitos professores) continuam a encarar a avaliação como uma prestação de contas, que ocorre em momentos precisos, que está desligada do processo de aprendizagem e é da exclusiva responsabilidade do professor (APM, 1998; Fernandes, 2006b; Santos & Pinto, 2003; Segers & Dochy, 2006; Volante, Drake & Beckett, 2010). A participação dos encarregados de educação no processo de ensino-aprendizagem tem sido praticamente nula, embora os professores reconheçam que seria importante (Barreira, 2005).

Os professores sentem dificuldade em utilizar instrumentos que poderão ter uma função mais formativa, como os registos de observação sistemática, nomeadamente para avaliar atitudes, considerando a avaliação que se faz a partir deles muito subjetiva (Barreira & Pinto, 2005). Os portefólios são uma ferramenta que a literatura portuguesa e estrangeira tem apontado como potenciadora de reflexão e autorregulação. Há alguns exemplos de estudos (Leal, 1992; Menino, 2004; Santos & Pinto, 2011; Semana, 2008; Varandas, 2000) que incidem em estratégias de avaliação como os relatórios escritos, portefólios e trabalhos em grupo, que evidenciam ganhos, tanto para os professores, como para os alunos. No entanto, a investigação nesta área ainda tem muitos passos a dar. Fernandes (2006b) salienta que, até ao ano de 2006, se fazia sentir a falta de estudos empíricos que descrevessem, analisassem e interpretassem as práticas de avaliação dos professores em contextos reais de sala de aula e que discutissem métodos alternativos de avaliação.

No que diz respeito aos critérios de avaliação, Barreira e Pinto (2005) sublinham que os professores consideram que é importante dá-los a conhecer aos alunos para que estes regulem as suas aprendizagens, contudo, há ainda um longo caminho a percorrer

no que diz respeito à sua explicitação e compreensão. Verifica-se que os critérios pré-estabelecidos em relação às tarefas são frequentemente “ajeitados” por comparação de uns trabalhos com outros, o que dificulta a sua explicitação. São frequentemente delineados pelos professores, em vez de serem negociados com os alunos e, embora se utilizem critérios de avaliação diversificados, é habitual contabilizarem-se mais ao nível daquilo que os professores dizem utilizar do que os que entram efetivamente em linha de conta na prática. Privilegia-se o domínio cognitivo, ignorando-se, por vezes completamente, o domínio sócioafetivo. Para além disso, a análise dos processos de aprendizagem e as competências complexas são aspetos que se ficam muitas vezes pelo discurso, não constituindo critérios de avaliação na prática.

Como ultrapassar, então, esta inércia, estas amarras com o passado, e estas dificuldades em busca de um processo de ensino-aprendizagem mais exigente e com potencialidade de desenvolver competências mais complexas? Tal como foi referido anteriormente, a mudança de práticas é um processo lento e exige uma reflexão sistemática em redor das relações entre o que se pensa e o que se faz (Bennett, 2011; Pinto & Santos, 2006). Só assim é possível caminhar no sentido da maturação de ideias e de atitudes e evitar o regresso a didáticas conservadoras (Cachapuz et al., 2002; Dixon, Hawe & Parr, 2011).

A primeira regra de ouro para a inovação é a intencionalidade, isso significa que os vários intervenientes do processo de ensino-aprendizagem têm de compreender o porquê da mudança e, acima de tudo, desejá-la. Tal implica, por exemplo, que se deixe definitivamente de encarar o ensino e aprendizagem como uma mera transmissão de saberes. Os professores têm de deixar de se preocupar tanto em “cumprir o programa” e preparar os alunos para a realização de exames e começar a criar condições para que os alunos desenvolvam um leque diversificado de competências, através de adaptações curriculares, de um ensino mais diferenciado e do recurso à avaliação como instrumento pedagógico. Os alunos (e os próprios encarregados de educação) devem deixar de sobrevalorizar as classificações, o que fomenta uma relação utilitarista com o saber, e começar a ser agentes ativos na construção do conhecimento e na sua própria avaliação (Volante, Drake & Beckett, 2010; Perrenoud, 1999; Smith, 2011).

Ao nível da planificação das tarefas é fundamental que esta deixe de ser orientada pelos conteúdos (e recursos que os professores já têm em mão), para que passe a ser norteada pelos objetivos de aprendizagem (Barreira, 2001; Cachapuz et al., 2002; Graham, 2005). A congruência entre o currículo, o ensino, a aprendizagem e avaliação

só é possível quando se começar por pensar naquilo que se deseja que os alunos desenvolvam para que a natureza das tarefas e os métodos de avaliação utilizados sejam adequados a esses fins. É importante que os professores conheçam as finalidades, bem como as potencialidades e limitações de cada uma das estratégias que poderão utilizar, tanto ao nível do ensino-aprendizagem como da avaliação, para que as possam selecionar de um modo congruente e adequado às necessidades de cada momento e de cada aluno.

Embora o professor possa sentir alguma tensão e dificuldade em conciliar os papéis de certificador e formador (Perrenoud, 1999), nunca deverá deixar de prevalecer a função pedagógica dado que essa é a sua principal função, ajudar os alunos a aprender, e quanto melhor for desenvolvida a avaliação formativa, mais aprofundadamente o professor conhece os seus alunos, criando-se, assim, melhores condições para o desenvolvimento de uma avaliação certificativa mais sustentada, justa e equitativa (Fernandes, 2005; Santos, 2003).

Se, na planificação, as metas a atingir devem ser o ponto de partida, na sala de aula não deve ser diferente. É fundamental que os alunos tenham oportunidade de conhecer os objetivos e se apropriar dos critérios de avaliação para que possam orientar o seu processo de aprendizagem, criando-se condições favoráveis para uma situação de autorregulação das aprendizagens (Barreira, 2001; Crisp, 2012; Fernandes, 2006a; Jones, 2005; Santos, 2002; Shepard, 2000; Swaffield, 2011). Muito mais poderia ser dito em relação a este assunto, e alguns destes tópicos serão desenvolvidos no próximo capítulo mas, neste momento, tenho apenas a acrescentar que a mudança de práticas é um processo complexo (Hayward & Spencer, 2010). No entanto, a formação de professores, assim como o desenvolvimento de projetos com continuidade são meios que podem facilitar a clarificação das conceções dos professores e a concretização de inovações pedagógicas, tal como demonstram os resultados de alguns estudos (por exemplo, Mamlok-Naaman & Hofstein, 2007; Marshall & Drummond, 2006; Smith, 2011; Webb & Jones, 2009).

Síntese

A avaliação tem vindo a apresentar diferentes significados e finalidades. No início do século XX, a avaliação era eminentemente um processo distinto do ensino-

aprendizagem e visava fundamentalmente selecionar e certificar. Mas, ao longo do tempo, à função sumativa foi-se acrescentando uma função reguladora, isto é, para além da avaliação *das* aprendizagens, a avaliação passou a ter um papel importante *para* as aprendizagens. Emergiu a avaliação formativa, todavia, também esta foi adquirindo sentidos diferentes. Inicialmente, era pontual e retroativa (Allal, 1986), tendo como finalidade corrigir os resultados dos alunos de modo a que o seu desempenho se aproximasse, sucessivamente, dos objetivos pré-definidos. Numa segunda fase, passou ser contínua e interativa (Allal, 1986) e visava compreender os processos utilizados pelos alunos para que o professor pudesse adaptar o ensino, numa lógica de diferenciação pedagógica. Mais recentemente, a avaliação é encarada como um processo socialmente construído, onde o aluno deve assumir o papel principal na regulação das aprendizagens - avaliação *como* aprendizagem (Earl & Katz, 2006).

O programa atual de Física e Química do ensino secundário apela ao desenvolvimento da avaliação reguladora, embora seja pouco evidente a fomentação de uma corresponsabilização e participação ativa dos alunos nos processos avaliativos. Já a legislação publicada mais recentemente no âmbito do ensino secundário (Decreto-Lei nº139/2012, de 5 de julho) pouco valoriza esta modalidade de avaliação, ao contrário do que se tinha vindo a verificar nos últimos anos.

Os estudos empíricos que têm incidido nas práticas avaliativas sugerem que ainda há um longo caminho a percorrer no sentido da colocação em prática, de uma forma sistemática e refletida, da avaliação *para* e *como* aprendizagem. O caminho implica, antes de mais, que haja uma intencionalidade e valorização por parte de todos os intervenientes no processo de ensino-aprendizagem do recurso à avaliação como instrumento pedagógico.

CAPÍTULO 4

A aprendizagem autorregulada mediada pela autoavaliação

Atendendo a que se pretende formar cidadãos autónomos, capazes de aprender ao longo da vida e de regular as suas aprendizagens, a avaliação deve ser, acima de tudo, reguladora e deverá assumir progressivamente um carácter interno, ou seja, ser realizada pelo próprio indivíduo (autoavaliação). Assim, dever-se-á caminhar no sentido de colocar a avaliação *como* aprendizagem na base da pirâmide (Earl & Katz, 2006). Tal implica que os alunos aprendam a conhecer e a controlar os seus processos cognitivos, metacognitivos e motivacionais e, deste modo, adquiram as competências necessárias para aprendizagens futuras.

Este capítulo encontra-se organizado em quatro secções. A primeira é sobre a aprendizagem autorregulada. Procuo definir este conceito, descrever alguns modelos e discutir a forma como podem ser desenvolvidas estratégias de autorregulação e as suas potencialidades. Na segunda, abordo o tema da avaliação reguladora dando especial ênfase à autoavaliação. A terceira secção incide nas ferramentas e processos fundamentais para a realização da autoavaliação: o feedback, os critérios de avaliação e a metacognição. Por último, abordo as dificuldades, constrangimentos e recomendações para a promoção da autoavaliação.

A aprendizagem autorregulada

Aprender a aprender deverá ser a grande prioridade da educação, uma vez que o mundo está em constante mudança graças aos rápidos avanços, sendo impossível que cada indivíduo adquira todo o conhecimento existente, nem tão pouco saiba qual é o conhecimento fundamental para o futuro. Importa, acima de tudo, dotá-lo de capacidades que lhe permitam aprender ao longo da vida, isto é, “para aprender é preciso aprender como fazer para aprender” (Correia, 2003, p. 115). Esta ideia é veiculada nos atuais programas de Física e Química dos 10.º e 11.º anos do ensino secundário. As finalidades apresentadas passam por aprender a crescer de forma independente:

A Formação Específica tem como intenção final uma consolidação de saberes no domínio científico que confira competências de cidadania, que promova a igualdade de oportunidades e que desenvolva em cada aluno um quadro de referências, de atitudes, de valores e de capacidades que o ajudem a crescer a nível pessoal, social e profissional (...) alargando os seus conhecimentos, criando-lhes estímulos para o trabalho individual, aumentando-lhes a auto-estima e ajudando-os a prepararem-se para percursos de trabalho cada vez mais independentes. (Martins & Caldeira, 2001, p. 4)

Dado que não é possível saber-se tudo, estimula-se o ensinar menos para ensinar melhor, e ensinar, sobretudo, a aprender a aprender: “Ensinar *melhor* o que é essencial, central, verdadeiramente importante, omitindo o que é acessório; ensinar *melhor* as relações com outros domínios do saber; ensinar *melhor* a pensar e, sobretudo, ensinar *melhor* a aprender.” (Martins & Caldeira, 2001, p. 6, itálico no original).

Definição e modelos de autorregulação

Zimmerman (1998), ao definir autorregulação, foca o papel da atividade cognitiva, da motivação e do comportamento do aluno no reajustamento das ações para atingir os fins pretendidos. Na mesma linha de pensamento, Boekaerts, Maes e Karoly (2005) definem a autorregulação como um “processo iterativo autodirigido, envolvendo múltiplos componentes e níveis, que tem como alvo a cognição, sentimentos e ação do próprio, assim como as características do ambiente, para um reajustamento ao serviço dos seus próprios objetivos (p. 150).

Alguns autores, como por exemplo Butler e Winne (1995), consideram que as estratégias cognitivas e a motivação, sozinhas, são insuficientes para que o processo de aprendizagem se desenvolva eficazmente. A metacognição desempenha um papel importante na medida em que a autorregulação pressupõe um conhecimento e controle dos processos utilizados. Segundo Perrenoud (1999), autorregulação é o conjunto das operações metacognitivas do aprendiz e de suas interações com o meio que modificam os seus processos de aprendizagem no sentido de um objetivo definido. Assim, a autorregulação implica um envolvimento ativo do sujeito abrangendo as vertentes metacognitivas, motivacionais e comportamentais (Costa, 2006; Zimmerman, 1990, 2002). No que diz respeito à metacognição, o aluno deve ser capaz de planificar, de automonitorizar e de regular o seu trabalho mediante a reflexão sobre os processos e produtos desenvolvidos. A motivação inclui crenças e atitudes que afetam o uso e o desenvolvimento das capacidades cognitivas e metacognitivas (Schraw, Crippen & Hartley, 2006). A componente comportamental está relacionada com os recursos pessoais, materiais e sociais que influenciam a forma como se executa o plano estratégico estabelecido, como por exemplo, o controle da atenção, o controle da frustração, o esforço e a persistência (Lopes da Silva & Sá, 2003).

A autorregulação implica que os alunos estejam ativamente envolvidos no processo de aprendizagem, definindo objetivos, selecionando e implementando estratégias adequadas e monitorizando o progresso em relação a esses objetivos. Segundo Lopes da Silva (2004), este é um processo dinâmico, intencional, planeado e complexo. Dinâmico porque uma alteração pessoal, situacional ou social pode conduzir a alterações adaptativas, reativas ou pró-ativas, redirecionando a ação para se atingir os objetivos delineados. Por exemplo, a autorregulação pode levar à alteração de um plano previamente traçado. Intencional porque é a formulação de um objetivo que dirige o planeamento estratégico da ação. Planeado porque, para além de ser importante saber onde se quer chegar, há que pensar sobre como se pode chegar à meta, “como se podem conjugar interesses, competências, estratégias, motivações e recursos materiais e sociais para que se obtenha com êxito o objetivo desejado” (p. 28). Complexo porque depende de todos os fatores anteriormente mencionados, assim como dos resultados atingidos, da autoestima da pessoa, de pressões sociais, entre outros.

Todos os alunos usam processos de regulação, embora uns de uma forma mais sistemática e/ou recorrendo a estratégias mais complexas do que outros. Aqueles que melhor o fazem distinguem-se por: i) terem consciência da relação entre o processo de

regulação, nomeadamente as estratégias que utilizam, e os produtos da aprendizagem, e; ii) utilizarem essas estratégias para atingir os objetivos delineados (Zimmerman, 1990). Estão familiarizados e sabem como usar uma série de estratégias cognitivas para aprender, sabem planear, controlar e dirigir os seus processos mentais (metacognição), têm uma elevada crença de autoeficácia e emoções positivas em relação às tarefas (por exemplo, entusiasmo), conseguem controlar as suas crenças motivacionais e emoções, gerir o tempo e o esforço que necessitam despendar, sabem criar um ambiente favorável à aprendizagem (por exemplo, escolher o local de estudo, pedir ajuda quando têm dificuldade) e, ainda, exercem atitudes volitivas, tais como a autodisciplina (Montalvo & Torres, 2004). Deste modo, não se restringem a seguir um plano pré-determinado, adaptam-se às condições, porque têm noção das suas capacidades e limitações e são capazes de tomar decisões perante os problemas com que se deparam (Zimmerman, 1990, 2002). São decididos, estratégicos, persistentes no seu processo de aprendizagem, capazes de avaliar os progressos alcançados em relação aos objetivos definidos e ajustar as ações em função dessa avaliação (Rosário, 2001).

Lopes da Silva (2004) refere que:

toda a ação para ser regulada pelo indivíduo exige que ele tenha consciência dos objetivos a atingir; conheça as exigências da ação que quer realizar; discrimine e organize os seus recursos internos e externos para a concretização da ação; avalie o nível de realização atingido; e altere os procedimentos utilizados se o resultado a que chegou não o satisfaça. (p. 23)

Vários modelos de autorregulação foram propostos e estudados por diferentes psicólogos nas décadas de 80 e 90 do século XX. Todos têm em comum o facto de se basearem na convicção que qualquer aluno pode regular a sua cognição, metacognição, motivação e comportamento e, através desse processo, melhorar o seu desempenho e atingir os objetivos educacionais. Incluem uma fase preparatória, uma fase de execução e uma fase de apreciação, ou seja, de autorreflexão e autorreação (Lopes da Silva, 2004; Puustinen & Pulkkinen, 2001).

Um dos modelos que tem conduzido a mais estudos de investigação é o modelo de autorregulação sociocognitivo proposto por Zimmerman (Puustinen & Pulkkinen, 2001). Na fase preparatória, designada por este autor por fase da providência, os alunos definem objetivos específicos para eles próprios e planeiam as estratégias que irão utilizar para os atingir (Zimmerman, 2002). Critérios de avaliação e pontos de

referência externos, como é o caso de exemplos, ajudam-nos a definir esses objetivos e a apreciar as exigências colocadas pela tarefa (Nicol & Macfarlane-Dick, 2006). Esta fase requer que o aluno analise a tarefa e se auto-motive. No que diz respeito à análise da tarefa, pode fomentar-se o recurso a estratégias de autoquestionamento para ajudar os alunos a compreender o que lhe é pedido, a identificar o que já sabem e o que não sabem, a perceber o que é necessário fazer e a identificar as competências necessárias para a execução da tarefa (Lopes da Silva, 2004).

O empenho do aluno é influenciado pela importância e o valor que este dá à situação de aprendizagem, ou seja, a tarefa tem de ser considerada importante por quem a realiza para que se esforce na sua realização (Lopes da Silva, 2004; Sá, 2004). Para além disso, os objetivos, embora devam ser desafiantes, devem ser realistas. Objetivos que, na perspetiva dos alunos, são impossíveis de atingir são um forte fator de desmotivação (Laveault, 1999; Sá, 2004).

Na fase de execução, os alunos monitorizam o seu próprio desempenho: identificam sinais de progresso, reestruturam o contexto físico e social para facilitar a consecução dos objetivos delineados e fazem a gestão do tempo (Zimmerman, 2002). Para que tal seja possível, o aluno tem de ser capaz de dar atenção ao que se está a passar: observar, ter consciência das ações que está a realizar, dos procedimentos que está a adotar e dos resultados que daí advêm (Lopes da Silva, 2004; Lopes da Silva & Sá, 2003). Também esta fase é influenciada pela perceção que os alunos têm de si próprios e, ainda, por padrões (critérios) que servirão de guia para a reflexão acerca das ações que estão a realizar.

Na última fase, designada por autorreflexão, os alunos autoavaliam os seus métodos, os conhecimentos que adquiriram, procurando perceber a utilidade e importância dos processos utilizados para a resolução da tarefa. Atribuem uma causa aos resultados (autojulgamento) e podem adaptar-se a tarefas futuras de acordo com os seus sentimentos de autossatisfação (autorreação). O juízo acerca dos resultados obtidos é influenciado por variáveis metacognitivas (perceções sobre o próprio, sobre a tarefa e sobre as estratégias), motivacionais (as expectativas de eficácia e as atribuições causais), volativas (a gestão do tempo, a persistência) e pelo feedback, tanto interno como externo (Lopes da Silva, 2004).

Este modelo tem uma natureza cíclica, na medida em que o feedback interno obtido a partir das experiências de aprendizagem anteriores é usado para fazer ajustamentos na delineação dos objetivos, na escolha das estratégias e nos restantes

processos que serão utilizados durante a realização das tarefas subsequentes (Schunk, 1990; Zimmerman, 1990, 1998, 2002). As respostas positivas e de satisfação podem favorecer a valorização das atitudes estratégicas e a autoestima e, ainda, incentivar a manutenção da motivação e, conseqüentemente, a realização dos esforços necessários para atingir as metas ambicionadas (Lopes da Silva, 2004; Sá, 2004). No que diz respeito às respostas negativas, quando a causa dos resultados menos bons é atribuída a processos que os alunos podem controlar, como por exemplo, a escolha de uma estratégia desadequada, eles manterão a sua motivação porque este tipo de atribuição causal sugere que a utilização de uma estratégia diferente poderá conduzir ao sucesso. Neste caso, adaptam-se, reajustando o seu método de aprendizagem, investindo na tarefa e despendendo o esforço necessário para “chegar a bom porto” (Lopes da Silva, 2004; Lopes da Silva & Sá, 2003).

Porém, quando há um decréscimo da autossatisfação e o aluno atribui como causa dos fracos resultados a falta de capacidade ou outros fatores que estão fora do seu controlo a sua motivação decresce significativamente porque isso significa que, mesmo que se esforce no futuro, não atingirá os objetivos (Sá, 2004). Nestes casos, os alunos estarão muito pouco motivados para se empenhar em tarefas futuras e terão, efetivamente, tendência para se esforçar em proteger a sua imagem, evitando as oportunidades que lhe são dadas para aprender. Habitualmente, os alunos com mais dificuldades ou com baixo rendimento sentem-se mal por não conseguirem acompanhar o ritmo dos colegas, sentem-se incapazes de realizar aprendizagens o que os leva, frequentemente, a desistir de estudar e de querer aprender (Montalvo & Torres, 2004; Rosário et al., 2006). Para estes jovens, com elevados índices de desmotivação, a transição escolar, do ensino básico para o ensino secundário (que pressupõe capacidade de adaptação a novas exigências) torna-se um momento crítico que conduz frequentemente ao abandono escolar (Guerreiro & Sá, 2007).

De acordo com o estudo realizado por Sá (2007), envolvendo a aplicação de um questionário a 270 alunos portugueses do 10.º ano de escolaridade, os alunos que não tinham experiência de retenção apresentavam uma maior autoeficácia do que os que tinham experiência(s) de insucesso. Isto significa que os desempenhos escolares são influenciados pelas crenças que os alunos têm sobre si próprios, logo “a obtenção de sucessos escolares está associada à crença de que se será capaz de executar as ações necessárias para os obter” (Sá, 2007, p. 71). Assim, os alunos que sentem confiança nas suas capacidades encaram os obstáculos e as dificuldades que surgem como desafios

(Sungur, 2007). Segundo Schunk (1990), a autoeficácia aumenta se os alunos notarem progressos, atingirem objetivos e definirem novos desafios. No caso particular da transição para o 10.º ano, a autoeficácia tem um papel decisivo na capacidade de adaptação dos alunos às diferenças inerentes à escola secundária, nomeadamente, uma avaliação centrada nos resultados e um ambiente mais competitivo e, portanto, mais normativo (Guerreiro & Sá, 2007).

Os resultados de um estudo realizado por Sungur (2007), em que foi aplicado um questionário a 391 alunos de escolas secundárias, corroboram as conclusões de Sá (2007). Níveis elevados de crenças motivacionais (objetivos de aprendizagem interiorizados pelos alunos, valorização da tarefa, controlo das crenças de aprendizagem e autoeficácia) parecem estar relacionados com níveis mais elevados de utilização de estratégias metacognitivas e com um maior esforço na regulação.

Podemos, assim, perceber que os vários processos utilizados na autorregulação das aprendizagens são interdependentes e não podem ser totalmente compreendidos uns sem os outros (Zimmerman, 1990). A motivação pode exercer influência na metacognição, mas o contrário também se verifica. Por um lado, como vimos, a regulação da motivação conduz a uma melhor mobilização e gestão das estratégias utilizadas para iniciar, manter e terminar com sucesso as tarefas escolares (Lopes da Silva, 2004). Mas, por outro, os alunos que controlam e gerem os seus processos de aprendizagem sentem mais responsabilidade e, ao mesmo tempo, mais confiança nas suas capacidades e mais motivação para aprender (Morais & Valente, 1991). Assim sendo, uma aprendizagem eficaz exige do aluno competência e vontade – “skill, will” (Lopes da Silva, 2004).

Estratégias autorregulatórias: conceções dos professores e programas de intervenção

Têm sido desenvolvidos alguns estudos a nível nacional e internacional que nos dão conta das conceções de professores e alunos acerca das estratégias autorregulatórias. Uns identificam as que são utilizadas pelos alunos, outros têm uma preocupação de intervenção. Por ser importante compreender o que já se sabe e o que precisa de ser aprofundado e também por ser facilitador conhecer exemplos de estratégias que conduzem ao sucesso descrevo, em seguida, os resultados obtidos em alguns desses estudos empíricos.

Rendeiro e Duarte (2007) estudaram as concepções de vinte estudantes portugueses do 12.º ano acerca da aprendizagem em situações de avaliação sumativa. Através de entrevistas perceberam que as suas perspetivas de aprendizagem estão associadas a processos autorregulatórios, embora as estratégias que associam aos diferentes momentos que envolvem a avaliação variem. No que diz respeito ao antes da avaliação, “a aprendizagem é definida como planificação, aplicação e monitorização de um método de estudo” (p. 80). Durante a avaliação a aprendizagem é assumida como uma “consciencialização das exigências da tarefa e avaliação e controlo do comportamento” (p. 80). Depois da avaliação, a aprendizagem, enquanto autorregulação, é percecionada como “apreciação dos resultados e da própria avaliação, assim como consciencialização do que se sabe e do que se tem de corrigir, pensando em como fazê-lo” (p. 80). Alguns alunos, porém, consideram que após a avaliação não se desenvolve qualquer atividade. Assim, este estudo sugere que, do ponto de vista dos alunos, os processos de autorregulação são parte integrante e importante na realização de aprendizagens, nomeadamente em situações de avaliação sumativa.

Com o intuito de identificar as estratégias de autorregulação utilizadas pelos alunos do ensino secundário português, Rosário (2001) realizou um estudo onde participaram 558 alunos dos 10.º e 12.º anos dos cursos de carácter geral, atualmente designados por cursos científico-humanísticos. Através das respostas a um questionário aberto verificou que as estratégias de autorregulação (definidas por Zimmerman & Martinez-Pans, 1986) que os alunos indicaram que mais utilizavam foram: a autoavaliação (avaliação acerca da qualidade ou progressos do seu trabalho), a estruturação do ambiente (seleção ou alteração do ambiente físico ou psicológico de modo a promover a aprendizagem), o estabelecimento de objetivos e planeamento e a tomada de apontamentos. O autor verificou que os alunos do 12.º ano indicaram utilizar mais estratégias de autorregulação do que os do 10.º ano, sendo a diferença estatisticamente significativa, nomeadamente no que diz respeito à procura de informação e às revisões dos testes. Tal parece indicar que, à medida que os alunos progridem, procuram mais informação para aprofundar as suas aprendizagens e utilizam um leque mais diversificado de estratégias de autorregulação, o que sugere uma maior sofisticação das suas competências de autorregulação. Por último, há ainda a acrescentar que este estudo revelou haver uma correlação positiva e significativa entre a utilização de estratégias de autorregulação e os resultados escolares do final do ano, sugerindo que o desenvolvimento e treino destas estratégias deve constituir um objetivo educacional.

De acordo com estes dois estudos, parece que os alunos dão algum destaque a algumas estratégias autorregulatórias no processo de aprendizagem, tanto em situações do quotidiano do processo de ensino-aprendizagem, como em situações associadas à avaliação sumativa. Resta saber se estas estratégias são efetivamente utilizadas e, em caso afirmativo, surgem algumas questões, tais como: De que forma os alunos utilizam as estratégias autorregulatórias? Com que frequência? Com que grau de sofisticação? Será que as selecionam e utilizam de forma adequada às suas competências e aos objetivos delineados? Como se pode desenvolver a competência de autorregulação? E quais as suas potencialidades?

Vários são os estudos que sugerem que os alunos com maior sucesso académico exibem características de autorregulação. Num estudo de caso em que participaram oito alunos noruegueses de engenharia, verificou-se que aqueles que obtiveram melhores resultados no exame oral final demonstraram, em entrevistas semiestruturadas, mais iniciativa, motivação, assim como mais capacidade e necessidade de assumir responsabilidade na sua aprendizagem através da auto-monitorização e autoavaliação (Gynnild, Holstad & Myrhaug, 2008). A autorregulação destes alunos parece estar de tal forma desenvolvida que lhes permite realizar aprendizagens com o mínimo de apoio externo (sem recorrer ou recorrendo pouco frequentemente à ajuda do tutor ou do professor da disciplina). Ao nível do primeiro ciclo, Puustinen (1998) obteve resultados semelhantes. Num estudo realizado com 80 alunos finlandeses do 2.º ano e 87 do 4.º ano de escolaridade, verificou que os melhores alunos demonstraram mais consciência de quando necessitavam de ajuda (não pediam ajuda quando efetivamente conseguiam chegar a uma solução sozinhos), nas situações em que pediam ajuda procuravam compreender o princípio subjacente à resolução (e não que lhes fosse apenas dada a resposta) e, antes de a pedirem, questionavam-se a eles próprios, de tal modo que, muitas vezes, acabavam por não sentir necessidade de pedir auxílio.

Porém, o facto de os alunos não procurarem ajuda externa nem sempre é sinónimo de competência de autorregulação desenvolvida. Ao longo da minha prática letiva tenho verificado que os alunos que obtêm piores resultados académicos, são, muitas vezes, os que menos questionam. Tal é evidenciado em estudos portugueses com alunos do ensino básico em Matemática (Santos & Pinto, 2009). E, no extremo oposto, aqueles que obtêm melhores resultados, geralmente, pedem ajuda quando consideram necessário. De acordo com Zimmermann e Schunk (2001, citado em Stracke & Kumar,

2010), os alunos com elevada competência de autorregulação procuram ajuda mais frequentemente do que os alunos com fracas capacidades de regulação.

Uma revisão de estudos empíricos feita por Lopes da Silva (2004), leva a autora a concluir que:

os estudantes que têm um melhor conhecimento acerca das estratégias foram ensinados a monitorizá-las com eficácia, obtêm melhores resultados escolares, percebem melhor as razões que os levam a selecionar as estratégias, acreditam que o seu sucesso escolar está dependente do seu esforço pessoal, exercem um controlo mais esclarecido sobre as acções realizadas de forma a serem mais eficazes e bem-sucedidos. (p. 25)

Porém, infelizmente, as concepções dos professores sobre as estratégias de aprendizagem nem sempre conduzem a práticas de sala de aula que favoreçam esta aprendizagem estratégica. De acordo com as referências encontradas na literatura e sintetizadas por Veiga Simão (2004), existem cinco formas de entender as estratégias de aprendizagem:

- a) técnicas e receitas de estudo - o professor oferece ajudas pontuais, sem qualquer sistematização e, muitas vezes, sem qualquer planificação. Por exemplo, sugere que os alunos utilizem mnemónicas, sublinhem, façam esquemas ou resumos;
- b) carácter individual e idiossincrático - o professor considera que as estratégias de aprendizagem são formas pessoais de pensar e de gerir a informação (cada um tem as suas), o que o leva a pensar que não vale a pena ensinar novas formas de proceder;
- c) procedimentos - o professor considera que existem dois tipos de procedimentos, uns mais gerais (como a planificação do trabalho, autoavaliação e gestão do tempo e do esforço) e outros mais específicos. Na sua perspetiva, os primeiros devem ser desenvolvidos extra-aula, por exemplo, com a ajuda de psicólogos e, os segundos, devem ser desenvolvidos em situações práticas na sala de aula (o que não implica necessariamente uma aprendizagem consciente destes procedimentos);
- d) competências mentais gerais - as técnicas são ensinadas de forma descontextualizada de modo a estimular formas de compreensão e raciocínio superiores e a evitar simples reproduções ou repetições mecânicas associadas aos conteúdos ensinados;

- e) tomada de decisão - as estratégias são encaradas como processos de tomada de decisão intencionais e conscientes através dos quais o aluno seleciona e recorda os conhecimentos substantivos, processuais e atitudinais que necessita para atingir os objetivos. Nesta perspetiva, os professores consideram importante trabalhar várias estratégias para que, em cada situação, os alunos possam escolher as que são mais adequadas.

De um modo geral, os professores ainda estão pouco sensibilizados para encarar o conhecimento estratégico como uma competência a desenvolver de forma sistemática e estruturada. Almeida e Veiga Simão (2007) estudaram as conceções de um grupo de quatro professores do 1.º ciclo do ensino básico sobre o modo como ensinam a composição escrita, procurando perceber de que forma estes contribuem (ou não) para o desenvolvimento de estratégias autorregulatórias. Recorrendo a questionários, entrevistas e à recolha de registos escritos dos professores, as autoras concluíram que estes ainda não estão sensibilizados para considerar que a falta de conhecimento sobre os processos e subprocessos associados à produção escrita são uma dificuldade dos alunos. Há uma maior preocupação com os aspetos mais visíveis do produto do que com os processos utilizados, ignorando-se as dificuldades que os alunos apresentam no que diz respeito às capacidades metacognitivas de regulação e controlo da composição escrita.

A apropriação de conhecimento estratégico não se pode reduzir a uma descoberta pessoal, que ocorre de forma acidental, ou à mera execução irrefletida de determinados procedimentos em situações de aprendizagem. Há que saber quando e porquê a utilização de uma determinada estratégia é útil. Glaser e Brunstein (2007) verificaram, através de um estudo quasi-experimental realizado com 113 alunos do 4.º ano de escolaridade, que o grupo de alunos ao qual foram ensinadas estratégias de composição e processos de autorregulação escreveu histórias qualitativamente melhores e mais completas do que o grupo ao qual apenas foram ensinadas estratégias de composição, assim como o grupo que teve aulas didáticas sobre composições. Verificou-se que o primeiro grupo conseguiu planificar e rever a história melhor do que os dois últimos.

Atendendo a que o desenvolvimento da autorregulação não é uma prática comum e sistemática nas salas de aula, alguns investigadores têm procurado desenvolver e aplicar intervenções neste âmbito. Dias e Veiga Simão (2007) deram formação aos professores de duas turmas do 1.º ano de escolaridade que, posteriormente, procuraram desenvolver o conhecimento estratégico das crianças. A intervenção consistiu na

apresentação da estratégia, na prática dessa estratégia com o acompanhamento do professor e na utilização autónoma da mesma. Inicialmente, o professor estimulou os alunos a explicitar e refletir sobre o que deviam fazer para resolver a tarefa e, depois, recorreu à construção de uma pauta de pensamento que consistiu num conjunto de afirmações e/ou questões abertas que o ajudaram a utilizar um determinado processo de pensamento, guiando-o. Através de uma prática diária constante, que procurou promover a compreensão do quando e do porquê da utilização de determinadas estratégias, facilitou-se o desenvolvimento progressivo da competência de autorregulação. Posteriormente, proporcionaram-se situações de aprendizagem de prática autónoma. Os resultados sugerem que os alunos ganharam autonomia na realização das tarefas. Começaram a utilizar estratégias modeladas na resolução de situações do dia-a-dia, a estar mais concentrados na tarefa, desenvolveram a sua capacidade reflexiva, de se autoavaliarem e reconhecerem os erros, necessitando de menos ajuda do professor.

Também a intervenção desenvolvida e estudada por Duarte e Veiga Simão (2007), que procurou promover o TPC (trabalho para casa) como um meio de apropriação de estratégias de aprendizagem significativas para a autonomia e aprendizagem estratégica, parece ter conduzido a avanços de natureza metacognitiva. Os TPC foram realizados diariamente num espaço de apoio a alunos do 4.º ano de escolaridade onde duas professoras os incentivaram a autorregular a sua aprendizagem. À semelhança do estudo anterior, esta intervenção envolveu três momentos: apresentação da estratégia, a sua prática, primeiro, guiada e, depois, autónoma. Neste caso desenvolveram-se, em conjunto com os alunos, pautas de autoquestionamento (cartões com questões relativas à estratégia que se pretendia ensinar). Por exemplo, no que diz respeito à estratégia da autocorreção, colocaram-se as seguintes questões: “Tenho erros? Fiz tudo? Quero mudar alguma coisa?”. A correção dos erros foi deixada ao encargo dos alunos, tendo sido desenvolvido um código de correção que foi utilizado no feedback fornecido pelo investigador aos trabalhos escritos dos alunos. No final da intervenção, os seis alunos estudados revelaram maior autonomia, demonstrando estar mais motivados e aderir mais às tarefas propostas. Os resultados apontam para um desenvolvimento das competências de reflexão e monitorização, havendo uma maior consciencialização das operações e decisões tomadas quando realizam as tarefas e um maior conhecimento de si próprios como aprendentes. De acordo com os autorrelatos, ao se tornarem, gradualmente, mais capazes de identificar as suas dificuldades, de recorrer a ajudas para

as superar, de identificar, rever e corrigir os seus erros, os alunos foram-se sentindo mais competentes ao longo do tempo.

As situações concebidas com o propósito de desenvolver a autorregulação parecem favorecer a aprendizagem. As condições ótimas para que ocorra autorregulação correspondem a situações em que se cria oportunidade para aprender e os alunos sentem necessidade de o fazer (Puustinen & Pulkkinen, 2001). Costa (2006), Ley e Young (2001), assim como Paris e Paris (2001), por exemplo, fazem algumas sugestões no que concerne à conceção de tarefas com o objetivo de ajudar os alunos a desenvolver a competência de autorregulação. Aconselham a que se: i) ajude os alunos a criar ambientes de aprendizagem adequados, por exemplo, através do controlo da atenção; ii) organizem atividades que favoreçam o uso de estratégias cognitivas e metacognitivas; iii) dê aos alunos oportunidade de se automonitorizarem e; iv) estimule a autoavaliação para que os alunos percebam até que ponto atingiram os objetivos, quais as aprendizagens efetuadas e qual a eficácia das estratégias utilizadas.

A autorregulação pode aprender-se através do ensino direto de estratégias e da prática das mesmas (primeiro, guiada e, depois, autónoma), tal como ocorreu nos programas de intervenção acima descritos, mas também é possível recorrer-se a processos de modelação (em que os alunos aprendem observando o professor ou outros colegas a utilizar de forma explícita processos de autorregulação), à automonitorização dos processos de autorregulação (em que o aluno controla os seus próprios processos de autorregulação à medida que os utiliza), e ao apoio social, fornecido pelos professores e pelos colegas, enquanto o aluno aprende as estratégias de autorregulação, passando-se, gradualmente, de uma mediação mais intensa e dirigida para formas mais autorreguladas (Montalvo & Torres, 2004). Qualquer que seja a modalidade, deve culminar com uma discussão metacognitiva em que, depois de os alunos praticarem de forma independente as capacidades e estratégias aprendidas, refletem sobre o processo de aprendizagem para avaliar a sua eficácia, verificando se necessitam ou não de fazer ajustamentos (Montalvo & Torres, 2004).

A avaliação reguladora

Tal como vimos no capítulo anterior, as perspetivas de avaliação estão intimamente ligadas às perspetivas de ensino-aprendizagem. As teorias cognitivas e

construtivistas da aprendizagem assumem como princípios basilares que: i) as capacidades intelectuais são desenvolvidas social e culturalmente; ii) os alunos constroem conhecimento e desenvolvem a compreensão num contexto social; iii) as novas aprendizagens são modeladas pelo conhecimento anterior e pelas perspectivas culturais; iv) o pensamento inteligente envolve a metacognição e a auto-monitorização da aprendizagem e do pensamento; v) aprendizagens profundas facilitam a transferência; vi) o desempenho cognitivo depende de disposições e da identidade do indivíduo (Shepard, 2001). A ideia-chave é que todos os alunos podem aprender se forem criadas condições favoráveis para tal. Neste paradigma, a avaliação, integrada nos processos de ensino-aprendizagem, e fazendo parte integrante do currículo, pode e deve ter um papel regulador.

A avaliação reguladora das aprendizagens pode ser definida como “todo o acto intencional que, agindo sobre os mecanismos de aprendizagem, contribua directamente para a progressão e/ou redireccionamento dessa aprendizagem” (Santos, 2002). Este conceito de avaliação reguladora é bastante abrangente, na medida em que poderá ocorrer a partir de uma multiplicidade de processos, como a avaliação formativa, a coavaliação entre pares, e a autoavaliação. As duas primeiras são, predominantemente, externas e a última é interna ao sujeito.

A avaliação reguladora externa pode ser realizada pelo professor ou pares. Os computadores também podem constituir um auxílio, embora não seja comparável a riqueza das interações que se estabelecem entre pessoas e aquelas que se estabelecem com máquinas. A avaliação reguladora interna é realizada pelo próprio indivíduo. Estes dois tipos de avaliação não são independentes, mas sim interdependentes, embora vários autores (por exemplo, Black & Wiliam, 1998; Crisp, 2012; Hadgi, 1994; Perrenoud, 1999; Swaffield, 2011) salientem a importância de se desenvolverem estratégias em que a avaliação reguladora externa vá dando lugar à interna, uma vez que “só o aprendente é verdadeiramente capaz de regular a sua actividade de aprendizagem, porque só ele é capaz de conhecer os seus processos e de os corrigir” (Hadji, 1994, p. 120). Como Boavida e Barreira (2006), assim como Hacker (1998) realçam, só quando os alunos têm consciência daquilo que sabem e daquilo que não sabem é que podem efetivamente autodireccionar a aprendizagem. Assim sendo, a avaliação reguladora externa deverá ocorrer em última instância, quando os mecanismos de autoavaliação demonstrarem ser insuficientes (Perrenoud, 1999).

Tendo em conta que: i) a forma como o aluno aprende e progride não coincide necessariamente com a lógica do professor ou da disciplina; ii) o dizer do professor não garante que o aluno se aproprie dos conhecimentos, e; iii) os erros só podem ser ultrapassados por aqueles que os cometem (já que a lógica de quem os assinala é diferente da lógica de quem os comete), a autoavaliação é o processo de excelência no que diz respeito à regulação das aprendizagens (Nunziati, 1990). Este processo não é uma opção interessante ou luxuosa; é essencial (Black & Wiliam, 1998, Bound, 2000) porque é muito improvável que haja progressão sem que o aluno reflita sobre si próprio, sobre o que fez e como fez, sobre os sucessos e o que está por alcançar, isto é, sem passar por um processo de autoavaliação (Allal, 1999; Dann, 2002). A autoavaliação ajuda os alunos a assumir o controle da sua aprendizagem dado que ajuda a tornar explícito e, consequentemente acessível ao próprio controlo, processos que estariam normalmente inacessíveis por serem inconscientes e automáticos (Taras, 2001).

Esta modalidade de avaliação nem é uma avaliação *da*, nem apenas uma avaliação *para*, mas sobretudo uma avaliação *como* aprendizagem (Dann, 2002), em que o papel principal de todo o processo de ensino-aprendizagem e avaliação é atribuído ao aluno:

Sendo, essencialmente *auto-avaliação*, a avaliação formativa confere um estatuto diferente ao aluno, fazendo dele, já não um simples executante de directivas, mas um autêntico “manipulador” de saberes. Permite operacionalizar a implicação do aluno no processo da sua aprendizagem, levá-lo ao domínio criativo do seu próprio caminhar e, também, a *fazer o ponto da situação dos saberes*, mais alargado. (Abrecht, 1994, pp. 128-129)

Tal não significa que os professores devam deixar de procurar compreender os pontos fracos e fortes das aprendizagens dos seus alunos e de os ajudar a superar os obstáculos. Todavia, o seu principal objetivo deve ser promover o desenvolvimento da competência de autorregulação, para que os alunos sejam cada vez mais autónomos, estratégicos e motivados, exerçam cada vez mais e melhor o controlo sobre os seus processos cognitivos, metacognitivos e motivacionais e, assim, obtenham melhores resultados (Crisp, 2012; Lopes da Silva & Sá, 2003; Zimmerman, 2002). Se o aluno desenvolver a capacidade de direccionar a sua própria aprendizagem estará mais apto a transferir os seus esforços e estratégias para outros contextos de forma autónoma. É baseado nesta última ideia que Bound (2000) define o conceito de avaliação sustentável e Crisp (2012), o conceito de avaliação integrativa, uma avaliação que vai ao encontro

das necessidades do presente e prepara os alunos para suprir as necessidades de aprendizagem futuras. Tal como os autores salientam, a aprendizagem ao longo da vida tem de ser constantemente acompanhada por uma avaliação eficaz, de modo a que as ações dos sujeitos sejam refletidas e autónomas. A autoavaliação é, portanto, uma modalidade de avaliação consistente com as necessidades da sociedade atual e futura.

Já em 1987 autores portugueses afirmavam “(...) que por certo uma função pedagógica importante lhe [à autoavaliação] estará reservada num estágio mais avançado da avaliação pedagógica” (Boavida & Vaz, p. 475). Esta ideia resulta de um estudo empírico em que se compararam as classificações atribuídas por futuros professores a trabalhos por eles realizados e a trabalhos realizados por colegas. No primeiro caso (autoavaliação), os alunos atribuíram melhores classificações do que no segundo caso (heteroavaliação). Estes autores consideram que tal diferença se deveu ao facto de terem sido considerados mais parâmetros no primeiro caso. Assim, e embora o conceito de autoavaliação fosse ainda muito redutor, é interessante verificar que, já nesta altura, se previa, em Portugal, que este processo teria um papel importante em termos pedagógicos.

Segundo Tara (2001), a autoavaliação deve desenvolver nos alunos a confiança e independência necessária para que os sujeitos sejam capazes de julgar, por eles próprios, o seu próprio trabalho e, para além disso, julgar se a avaliação feita por outra pessoa relativamente ao seu trabalho é ou não justificável. Barbosa e Alaiz (1994) acrescentam que a autoavaliação não se deve restringir à participação dos alunos na sua classificação, na autocorreção dos seus erros ou na mera identificação das suas aprendizagens. Deve, sim, consistir numa apreciação crítica do seu trabalho e dos processos de aprendizagem utilizados, numa análise e compreensão dos erros cometidos e sucessos alcançados e, numa comparação e confrontação dos processos e produtos obtidos com os planos e objetivos delineados.

Lopes da Silva (2004) refere que é necessário analisar os resultados atingidos, a eficácia das estratégias utilizadas, a utilidade e o esforço implicado na implementação dessas estratégias, os seus interesses, as suas crenças e expectativas sobre a aprendizagem e as suas atribuições de sucesso ou insucesso. De acordo com esta e outros autores, a autoavaliação é uma das estratégias que favorece a autorregulação. No entanto, neste estudo o significado de autoavaliação que adoto é mais abrangente, uma vez que também abrange a regulação das aprendizagens.

De acordo com os *standards* de avaliação em Matemática (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 1995), a avaliação compreende quatro fases (embora não necessariamente sequenciais): o planeamento da avaliação, a recolha de evidências, interpretação das evidências e utilização dos resultados (Figura 4.1.). Quando se coloca a avaliação (ou autoavaliação) ao serviço das aprendizagens, isto é, quando os resultados têm um fim regulador, então, poderemos falar em avaliação (ou autoavaliação) reguladora.

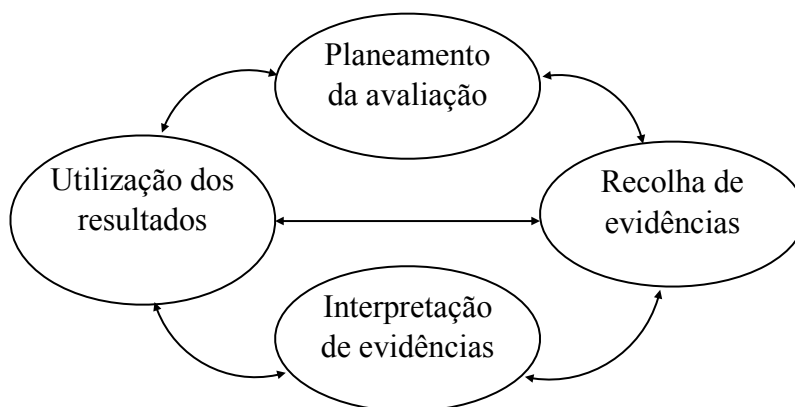


Figura 4.1. Quatro fases da avaliação (Adaptado de NCTM, 1995).

Diversos são os autores que definem autoavaliação enquadrada nesta perspetiva. Segundo Correia (2004), a autoavaliação é um “processo interno ao sujeito que se debruça e reflete sobre a sua aprendizagem e toma consciência do seu próprio domínio sobre o conhecimento. Aprende a olhar criticamente para a sua actividade – e, com olhar crítico, procura ultrapassar-se a si próprio. Torna-se autónomo.” (p. 11). Para Andrade e Du (2007) a autoavaliação é um processo de avaliação formativa interativa durante o qual os alunos refletem e avaliam a qualidade do seu trabalho e das suas aprendizagens, julgando o grau com que atingiram os critérios e objetivos explicitados, identificando pontos fortes e fracos do seu trabalho, à medida que realizam as tarefas. Ou seja, trata-se de um feedback do sujeito para o próprio sujeito, isto é, um feedback interno. Santos (2002) define autoavaliação como um “processo de metacognição, entendido como um processo mental interno através do qual o próprio toma consciência dos diferentes momentos e aspectos da sua atividade cognitiva” (p. 79), isto é, avalia os resultados alcançados e a eficácia obtida, identificando o que já foi conseguido e o que falta alcançar, bem como as causas dos sucessos e dos fracassos. “É um olhar crítico consciente sobre o que se faz, enquanto se faz” (p. 79). Deste

modo, o aluno pode controlar os seus processos cognitivos, metacognitivos e motivacionais de modo a dirigir a sua própria aprendizagem e obter melhores resultados, isto é, autorregular a sua própria aprendizagem (Andrade & Du, 2007; Santos, 2002).

A autoavaliação consiste num processo de introspecção durante o qual o sujeito procura compreender os efeitos e as causas das suas ações. Por esta razão é um conceito que está intimamente ligado ao de metacognição. Por um lado, o conhecimento e a regulação dos processos cognitivos só é possível se forem utilizadas atividades metacognitivas. Mas, por outro, é através da autoavaliação que se desenvolvem as atividades metacognitivas (Laveault, 1999).

O envolvimento no processo de autoavaliação das aprendizagens depende de fatores internos e externos (Paris & Paris, 2001). Os fatores internos, como a metacognição, ajudam o aluno a refletir sobre o seu desempenho, a monitorizar o seu progresso e avaliar os produtos da sua aprendizagem em relação aos *standards*/critérios. Os fatores externos prendem-se com as tarefas curriculares (e de avaliação) que são apresentadas aos alunos. Podem ser mais fechadas ou mais abertas e podem envolvê-los de uma forma mais ou menos ativa. Quanto maior for a participação do aluno nessas tarefas, mais se desenvolve o seu controle em relação à aprendizagem, ou seja, maior é a sua autonomia. Isto significa que, se quisermos que os alunos assumam responsabilidades no processo de aprendizagem, temos de criar condições para que tal seja possível (Taras, 2001). Isso exige tempo e uma prática sistemática (Black, Harrison, Lee, Marshall & Wiliam, 2002; Semana & Santos, 2010). Os professores que participaram no projeto desenvolvido por Black e seus colaboradores (2003), por exemplo, consideram que a prática da autoavaliação é mais eficaz a longo termo já que envolve o desenvolvimento de uma série de competências, geralmente, pouco estimuladas.

Vários são os autores (por exemplo, Bound, 2000; Sadler, 1998) que salientam as potencialidades da autoavaliação. Resultados de investigações quantitativas sugerem que o desenvolvimento da competência de autoavaliação tem efeitos positivos na aprendizagem dos alunos, em vários níveis de ensino. No primeiro ciclo, em Portugal, Fontana e Fernandes (1994) verificaram que os alunos do grupo experimental (n=354), que foram encorajados a usar técnicas de autoavaliação regularmente, tiveram uma progressão significativamente maior, entre o pré e o pós-teste de Matemática, do que os alunos do grupo de controlo (n=313), que não

utilizaram estas estratégias. No ensino secundário, McDonald e Bound (2003), que compararam as classificações médias dos alunos do grupo experimental (n=256) com os do grupo de controlo (n= 259) nos exames externos realizados no final do ano na Austrália, fornecem-nos evidência de que o treino formal de estratégias de autoavaliação contribui para a obtenção de melhores desempenhos nestes instrumentos de avaliação, o que vem ao encontro da revisão de literatura realizada por Dochy, Segers e Sluijsmans (1999), na medida em que verificaram que os alunos que realizam autoavaliação tendem a ter melhores notas nos testes.

As opiniões dos alunos também realçam as potencialidades desta modalidade de avaliação. A maioria dos alunos do grupo experimental sentiu que o programa desenvolvido lhes permitiu ser introspetivos, analíticos, críticos, independentes e ajudou-os a melhorar os seus hábitos de estudo. Consideram que foram capazes de planear antecipadamente e preparar-se de forma adequada para os exames (McDonald & Bound, 2003). Também Andrade e Du (2007), ao entrevistarem catorze alunos que participaram em atividades de autoavaliação formal, registaram opiniões positivas. Os alunos disseram que as suas atitudes face à autoavaliação tornaram-se mais positivas à medida que adquiriram experiência. Inicialmente, a sua falta de prática resultou numa perceção de falta de capacidade para levar a cabo a autoavaliação. Consideravam que o feedback fornecido por eles próprios tinha pouco valor. No entanto, à medida que o programa foi evoluindo, foram sentindo que conseguiam autoavaliar-se eficazmente. Alguns admitem que, inicialmente, utilizavam as rúbricas por obrigação, mas depois perceberam que estas os ajudavam a realizar trabalhos de maior qualidade e a obter melhores classificações.

Os resultados de Brown e Hirschfeld (2008) parecem estar em sintonia com os anteriores, na medida em que, recorrendo a um questionário aplicado a 3469 alunos do ensino secundário da Nova Zelândia e aos resultados de testes *standard*, os autores concluíram que os alunos que encaram a avaliação como um meio construtivo (no qual assumem responsabilidade) obtiveram melhores classificações do que aqueles que atribuem a responsabilidade da avaliação à escola ou aos professores, assim como os que não levam a avaliação a sério ou a ignoram. Assim, quanto mais depressa os alunos perceberem as potencialidades da autoavaliação e desenvolverem competências para a realizar, mais rapidamente tirarão proveito desta modalidade de avaliação. Porém, infelizmente, ela não parece ser promovida com frequência (Black & Wiliam, 1998,

Taras, 2001), talvez por ser vista como uma forma de avaliação à parte ou até incompatível com as formas mais tradicionais de avaliação.

Ferramentas e processos para o desenvolvimento da autoavaliação

Tal como já foi sendo sugerido ao longo do texto, o feedback, os critérios de avaliação e a metacognição são fundamentais para o desenvolvimento da autoavaliação. Por esta razão importa, no âmbito deste trabalho, desenvolver estes três recursos.

O feedback

O feedback pode ser externo ou interno. O externo é aquele que é fornecido por um elemento externo, por exemplo, um professor, um colega ou os pais. De acordo com a categorização de Tunstall e Gipps (1996), o feedback externo pode ser avaliativo ou descritivo. O primeiro consiste na formação de juízos de valor com a utilização implícita ou explícita de normas, podendo ser positivo (por exemplo, recompensas) ou negativo (por exemplo, punições). O segundo consiste no fornecimento de informação acerca do desempenho do aluno e pode estar relacionado com a realização ou com o melhoramento da tarefa, isto é, pode:

- a) especificar o progresso através da identificação dos aspetos que foram atingidos pelo aluno. Neste caso recorre-se a uma comunicação unidirecional (professor→aluno), ou;
- b) construir o caminho seguinte, indicando e orientando o aluno para o que pode ser melhorado. Neste caso o discurso é bidirecional porque se recorre à discussão, à partilha de poder e de responsabilidade com o aluno para se atingirem os fins.

Black e Wiliam (1998), assim como Wiliam (2011) consideram que o feedback deve ser descritivo e envolver estas duas componentes, isto é, fornecer ao aluno informação acerca do seu desempenho em relação aos objetivos, ajudá-lo a identificar as causas do fosso entre o estado atual e o estado desejado e a agir de modo a “fechá-lo”. Este fosso pode ser reduzido através de um leque variado de processos cognitivos, incluindo a reestruturação da compreensão, confirmando aos alunos que eles estão corretos ou incorretos, indicando que é necessária mais informação, apontando direções que os alunos podem seguir e/ou indicando estratégias alternativas para que os alunos

possam, por exemplo, compreender uma dada informação em particular (Hattie & Timperley, 2007).

Devemos incentivar os alunos a refletir sobre os processos e produtos da aprendizagem e dar algumas pistas para os apoiar a rever e melhorar o seu trabalho (Brookhart, 2007; Santos, 2003; Veslin & Veslin, 1992). Desta forma, encorajam-se os alunos a acreditar que conseguem fazer melhor (Black, Harrison, Lee, Marshall & Wiliam, 2003). Tendo em conta que o feedback deve ter uma função exclusivamente reguladora, deve incidir na aprendizagem, mas não no próprio estudante ou no esforço que professor pensa que ele fez (Hattie & Timperley, 2007). Por um lado, porque esta atitude levantaria questões de ordem ética e não forneceria dados úteis para o aluno regular o seu processo de aprendizagem e, por outro, porque quando o feedback se foca na autoestima e autoimagem tende a não produzir efeitos positivos no desempenho dos alunos (Butler, 1987; Hattie & Timperley, 2007; Nicol & Macfarlane-Dick, 2006; Santos, 2008; Turnstall & Gipps, 1996).

O feedback não resolverá qualquer problema se não for suficientemente pensado, estruturado e integrado de forma adequada no processo de aprendizagem dos alunos (Gipss, 1999; Santos, 2003). Isto significa que o feedback apenas terá uma função formativa se efetivamente apoiar a regulação das aprendizagens (Sadler, 1989). Nas revisões feitas por Black e Wiliam (1998), assim como Hattie e Timperley (2007) verificou-se que quando o feedback foca o que é necessário fazer para melhorar (e se forem dadas indicações sobre como o fazer) conduz a melhores desempenhos. Alguns estudos portugueses também sugerem que o feedback pode apoiar os alunos na identificação dos pontos fortes e fracos do seu trabalho e a aprender a partir do processo de revisão (Bruno & Santos, 2010; Dias & Santos, 2008; Santos & Dias, 2006; Santos & Pinto, 2009, 2010).

Uma das formas de fornecer feedback é através de comentários escritos. Este meio de comunicação apresenta algumas vantagens em relação às interações orais. Com a escrita avaliativa o professor tem mais tempo para analisar o trabalho dos alunos e para responder da forma que considera ser a mais adequada. Este atraso na interação professor-aluno permite, ainda, que os trabalhos possam ser analisados na companhia de outros professores, podendo-se, inclusivamente, rever e refletir sobre os mesmos várias vezes, antes de serem entregues aos alunos (Crespo, 2000). Quanto se investe na elaboração de comentários escritos, deve ser dada oportunidade aos alunos de rever o seu trabalho, corrigir os seus erros e entregar uma nova versão fomentando-se, assim,

uma aprendizagem mais significativa e duradoura (Black et al., 2003; Santos, 2003; Pinto & Santos, 2006; Veslin & Veslin, 1992).

Para que o feedback seja formativo deve ser adequado ao perfil académico de cada aluno, uma vez que o tipo de aluno, as suas perceções e a confiança que sentem em si próprios podem afetar a sua eficácia (Black & Wiliam, 2009; Santos & Pinto, 2009). De acordo com estes autores, o feedback é mais eficaz quando o aluno tem uma elevada confiança relativamente à sua produção e pode ser ignorado quando essa confiança é baixa. Diversos estudos (por exemplo, Bruno, 2006; Bruno & Santos, 2010; Dias & Santos, 2008; Santos & Dias, 2006) evidenciam que um mesmo comentário pode ser eficaz para uns alunos e não o ser para outros. Por exemplo, Santos e Dias (2006) sugerem que um feedback simbólico, muitas vezes, é suficiente para alunos com um bom desempenho em Matemática, mas alunos com um desempenho médio parecem necessitar de um feedback mais descritivo.

Nem sempre os alunos consideram os comentários tão úteis como os seus professores esperariam (MacLellen, 2001; Price, Handley, Millar & O'Donovan, 2010). Um estudo desenvolvido por Weaver (2006) acerca das perceções dos alunos sobre o feedback mostra que eles valorizam-no, mas consideram que poderia ser mais facilitador. O feedback é um processo de comunicação, por isso a natureza dessa comunicação tem uma grande importância (Brookhart, 2007). Alguns estudos nacionais e internacionais em diferentes áreas curriculares têm fornecido algumas pistas relativamente às características do feedback que parecem favorecer a regulação das aprendizagens dos alunos. No que diz respeito à forma, os comentários devem localizar-se perto do local que deve ser revisto (Bruno, 2006; Goldstein, 2004), discriminar cada tarefa a realizar num tópico diferente (Bruno, 2006; Bruno & Santos, 2010), mas evitando a utilização de anotações muito abundantes, dado que, deste modo, o aluno não saberá por onde começar a reformulação e poder-se-á sentir desmotivado, já que quase todo o seu trabalho está a ser posto em causa (Santos & Pinto, 2009; Shepard, 2000; Velin & Veslin, 1992). Para além disso, os comentários longos, de um modo geral, são mais difíceis de entender (Santos & Pinto, 2009).

No que diz respeito ao conteúdo, as anotações devem ser claras, utilizando vocabulário simples e expressões familiares, para que os alunos as compreendam autonomamente (Bruno, 2006; Bruno & Santos, 2010; Santos, 2008; Suffolk County Council, 2001; Veslin & Veslin, 1992). Os comentários curtos e diretos parecem ser suficientes quando a reformulação envolve competências menos complexas, mas

quando estão envolvidas competências mais complexas pode ter muita utilidade a indicação de estratégias de revisão (Bruno, 2006; Bruno & Santos, 2010; Wiliam, 1999). No entanto, é importante que não sejam abstratos e se foquem na tarefa para que haja maior probabilidade de serem entendidos (Pinto & Santos, 2009).

Entrevistas realizadas a alunos do ensino superior e também já graduados (Ferguson, 2011; Price, Handley, Millar & O'Donovan, 2010) reforçam que estes preferem um feedback atempado, personalizado, claro, direto e construtivo (indicando o sucesso atingido e apontando pistas para melhorar). Ao longo do tempo, podem aprender a valorizar um feedback mais aberto se tiverem oportunidade de o discutir e de construir a compreensão do seu significado (Price, Handley, Millar & O'Donovan, 2010). Assim, um enfoque na dimensão relacional do feedback conduzirá a uma maior motivação, proporcionará aos professores oportunidades para monitorizar a sua eficácia e permitirá aos alunos utilizá-lo de uma forma mais informada.

Os alunos entrevistados por Weaver (2006) identificaram quatro características do feedback que consideram inapropriadas para o desenvolvimento de aprendizagens: comentários demasiado gerais e vagos, que não incluem pistas de ação, escritos num tom negativo e sem relação com os critérios de avaliação. Nesta linha de pensamento, Goldstein (2004) salienta que os comentários devem ser concretos, contextualizados e relacionados com o trabalho dos alunos. Para além disso, devem ser compatíveis com os conhecimentos anteriores dos alunos (Hattie & Timperley, 2007). Esta é uma das razões porque é tão importante conhecê-los bem (Brookhart, 2007).

A identificação dos pontos fortes (do que está bem feito) ou dos processos ou estratégias que foram usadas no trabalho é igualmente importante, não só para aumentar a autoconfiança e motivação dos alunos, mas também para que aqueles saberes/capacidades sejam conscientemente reconhecidos (Brookhart, 2007; Ferguson, 2011; Santos, 2008). Assim, é necessário estruturar o feedback de modo a assegurar que os alunos percebam que estão a atingir determinados objetivos em cada uma das versões dos seus trabalhos (Stracke & Kumar, 2010). Relativamente a este assunto, Shepard (2001) advoga que será muito mais útil para os alunos se lhes dermos a conhecer os seus pontos fortes através de categorias que lhe sejam familiares, como por exemplo, “utilizas evidências” ou “a comunicação é clara” do que escrevendo apenas “boa ideia”. Deste modo, os alunos, ao longo do tempo, vão associando o significado destes critérios a exemplos do seu próprio trabalho.

No que diz respeito ao *timing* há que ter algum cuidado. O feedback nunca deve surgir antes de o aluno ter oportunidade de pensar e trabalhar sobre uma dada tarefa (Wiliam, 1999). Mathan e Koedinger (2005) concluíram, através da realização de um pré e pós-teste, que o feedback imediato promove a eficiência (rapidez) durante o treino, mas aquele que é fornecido apenas quando estritamente necessário favorece a retenção e a transferência. Quando se fornece feedback imediatamente após um erro, embora se evitem sentimentos de frustração, os alunos tendem a ficar muito dependentes no que diz respeito à avaliação do seu progresso, correção dos seus erros e monitorização do seu processo cognitivo. É necessário dar liberdade e oportunidade para que estes recorram a processos metacognitivos e de autorregulação, isto é, construam explicações acerca das causas e das consequências dos erros ou de opções menos favoráveis que tomaram e ajam de acordo com as suas reflexões. Esta autoexplicação ativa e a resolução de problemas pode contribuir para uma melhor compreensão das estratégias e da sua aplicabilidade. Porém, não podemos deixar os alunos ao abandono porque a ausência total de feedback pode ser extremamente prejudicial no processo de aprendizagem.

Dado que se trata de uma tarefa exigente e morosa (Bruno, 2006; Menino & Santos, 2004), é difícil fornecer comentários escritos pouco tempo depois da realização da tarefa. Contudo, é importante que seja feito um esforço neste sentido porque quanto mais cedo for fornecido, maior será a probabilidade do aluno o considerar útil e ser capaz de o utilizar (Wiggins, 1993).

O diálogo entre pares também pode ser facilitador (Price, Handley, den Outer & Millar, 2007) na medida em que: a linguagem utilizada pelos colegas é mais acessível; os alunos tomam contacto com perspetivas e estratégias alternativas que os ajudam a rever e até a construir novas aprendizagens e processos de aprendizagem; ao comentarem o trabalho dos colegas desenvolvem a sua capacidade de avaliar, que pode ser depois transferida para o seu próprio trabalho; pode motivar o aluno a ser mais persistente; e, por vezes, é mais fácil para ele aceitar críticas dos seus colegas do que do professor (Black et al., 2003; Wiliam, 2011).

É importante salientar que, à medida que o tempo passa, a quantidade e detalhe do feedback fornecido devem ser minimizados ao máximo para que os alunos aprendam autonomamente a desenvolver capacidades que lhes permitam analisar o seu trabalho independentemente. Os professores não devem estar constantemente a tentar impor as suas opiniões; o seu objetivo deve ser guiar os alunos no sentido da autorregulação e da

autonomia (Taras, 2001). Com efeito, o feedback pode ser utilizado para facilitar o desenvolvimento da competência de autoavaliação (Santos, 2008). Nesse caso, para além dos aspetos já referidos, é ainda importante entrar em linha de conta com outros. Nicol e Macfarlane-Dick (2006) acrescentam que o professor deve:

- a) ajudar a clarificar o que é um bom desempenho (quais são objetivos, critérios e *standards* esperados) – os alunos só podem atingir os objetivos se os compreenderem e se os assumirem como seus (Black & Wiliam, 1998). Este ponto é fundamental porque são os objetivos definidos pelos alunos que orientam o processo de autorregulação.
- b) encorajar os alunos a identificar os critérios e *standards* que se aplicam ao seu trabalho e a fazer juízos de valor acerca do mesmo baseados nesses *standards*.
- c) dar informação de elevada qualidade aos alunos acerca das suas aprendizagens. Essa informação deve ajudar os alunos a melhorar o seu próprio desempenho e a se autocorrigir, ou seja, deve levar os alunos a agir de modo a que se diminua a discrepância entre as intenções e os resultados. Para isso, o feedback tem de estar estritamente relacionado com os objetivos, *standards* e critérios e os alunos têm de compreender essa relação.
- d) encorajar o diálogo professor-aluno e com os pares acerca da aprendizagem. Se o feedback for encarado mais como um diálogo do que uma transmissão de informação estarão criadas condições mais favoráveis à compreensão e ao processo de interiorização dessa informação pelo aluno. O professor deixa de desempenhar o papel de juiz e passa a ser um mediador/facilitador, passa a partilhar com os alunos responsabilidades no processo de ensino-aprendizagem (Gipps, 1999; Gipps & Stobart, 2003).

Através do feedback externo dá-se oportunidade ao aluno de contactar com outros pontos de vista, outras formas de olhar para a tarefa e para a sua avaliação e podem considerar-se outros caminhos (Taras, 2001). Em 2003, esta autora publicou um estudo que realizou com duas turmas universitárias. Os alunos realizaram as tarefas atendendo aos critérios, discutiram a sua produção com os colegas e reformularam-na com base nos comentários. Depois, receberam feedback escrito do professor e as produções comentadas foram alvo de discussão, tendo sido dada

oportunidade de as reformular. Este exercício de autoavaliação, com apoio do feedback dos pares e do professor, ajudou os alunos a olhar e compreender os erros e olhar para a qualidade. Ao fim de algum tempo, os alunos começaram a categorizar os erros que cometiam, o que sugere que esta estratégia fomenta o desenvolvimento da capacidade de análise dos erros, que é fundamental para o desenvolvimento da autonomia.

Os critérios de avaliação

Tal como Hadji (1994) afirma, “para me poder pronunciar sobre uma dada realidade, devo dispor de uma norma, de uma «grelha», à luz da qual a vou apreciar” (p. 29), ou seja, uma “ideia” ou conjunto de “ideias” como referente. Assim, pode definir-se o referente como “o conjunto de normas ou critérios que servem de grelha de leitura do objecto a avaliar”, consistindo num modelo ideal que salienta os aspetos considerados significativos (Hadji, 1994, p. 29). Figari (1996) prefere utilizar o termo referência, isto é, uma “lista hierarquizada de objectivos que designam capacidades consideradas constitutivas de competências sociais (saber comunicar, etc.) às quais o domínio da disciplina pode pretender conduzir” (p. 42). O referido, por sua vez, será aquilo que desse objeto irá ser observado e registado, representativo do objeto “lido” (Hadji, 1994). Tanto o referente, como o referido, são uma representação simplificada, uma reconstrução abstrata e figurada da realidade destinada a compreendê-la melhor (Figari, 1996; Hagji, 1994).

Alguns autores parecem considerar que os critérios de avaliação e os objetivos são sinónimos. No entanto, segundo Bonniol e Vial (2001), “um critério é uma dimensão do objetivo que o avaliador optou por privilegiar como uma referência entre outras” (p. 145). Assim, os objetivos devem ser convertidos em critérios de avaliação de modo a que os últimos tornem explícita a relação entre os objetivos de aprendizagem e a avaliação (Woolf, 2004). A sua elaboração deve levar os professores a considerar as razões pelas quais se está a exigir uma determinada capacidade ou conhecimento e até que ponto a tarefa de avaliação utilizada é apropriada para a/o avaliar. Assim, do ponto de vista do ensino, os critérios de avaliação são uma ferramenta importante para garantir a validade do processo de avaliação ao promoverem uma maior congruência entre os objetivos de aprendizagem, as situações de aprendizagem e as estratégias de avaliação.

Definição e características

Segundo Pacheco (1998), o critério de avaliação “é um princípio utilizado para julgar, apreciar, comparar” (p. 58). Na mesma linha de pensamento, Nunziati (1990) considera que os critérios de avaliação são as regras implícitas utilizadas para avaliar o modo como o aluno realizou a tarefa, adquiriu conhecimento ou estabeleceu relações com conhecimentos prévios. Numa perspetiva mais formativa e formadora, os critérios de avaliação são representações sobre vários aspetos da tarefa que permitem direcionar o caminho a percorrer para que se atinjam os objetivos.

Nunziati (1990) apresenta-nos uma tipologia que distingue dois tipos de critérios: os de realização e os de sucesso. Os primeiros estão relacionados com o processo, dando conta dos atos concretos que se esperam dos alunos quando desempenham uma determinada tarefa, os segundos referem-se aos produtos obtidos e fornecem referências de qualidade que permitirão fazer juízos de valor sobre o produto final, sobre os resultados. O tipo de critério que utilizamos não é exatamente o mesmo consoante o objetivo da avaliação. Para certificar observam-se os comportamentos globais, socialmente significativos (focam-se os produtos), ou seja, recorre-se a critérios de sucesso. Para fins de regulação procurar-se-á obter informações sobre as estratégias utilizadas e as dificuldades encontradas (focam-se fundamentalmente os processos), ou seja, utilizam-se principalmente os critérios de realização (Hadji, 1994). Deste modo, os critérios de realização têm um carácter essencialmente formativo, enquanto os critérios de sucesso têm um carácter predominantemente sumativo.

Quando enquadrados numa perspetiva tradicional do ensino-aprendizagem, os critérios de avaliação basicamente servem para identificar o que está em falta nas produções dos alunos. Os critérios são diretos, claros, compartimentando o conhecimento, requerendo frequentemente que apenas se verifique se estão ou não presentes (se teve sucesso ou falhou), por isso, os *standards* absolutos encorajam os alunos a interpretar os seus resultados de uma forma muito simplista (Kitsantas & Zimmerman, 2006). Numa perspetiva construtivista, os critérios envolvem conhecimentos e capacidades mais complexas, por isso, devem ser estabelecidos de forma a permitir perceber a evolução gradual do desempenho do aluno. Assim, os alunos são mais sensíveis a pequenas mudanças o que, por um lado, aumenta o seu sentido de controlo causal, autossatisfação e autoeficácia e, por outro, ajuda-os a adaptar

as suas estratégias de aprendizagem de modo a atingir o objetivo final (Kitsantas & Zimmerman, 2006).

Claro que, nesta perspetiva, é muito mais difícil definir objetivos de forma universal e de modo a que sejam facilmente operacionalizáveis (Morgan, 2003). Quando se implementam tarefas e instrumentos mais abertos, os critérios, por uma questão de coerência, não podem ser tão diretos como os que são utilizados numa perspetiva de ensino-aprendizagem tradicional porque a qualidade do desempenho apenas pode ser explicada recorrendo a múltiplos critérios, sendo alguns abstratos por natureza (Sadler, 2009). Este grau de abertura dificulta a definição clara das características daquilo que se pretende.

Segundo Barbosa e Alaiz (1994b), os critérios dependem do conteúdo e da lógica interna de cada disciplina ou área curricular, dos objetivos da tarefa, daquilo que cada professor valoriza, bem como da perspetiva que têm da aprendizagem e da avaliação. Contudo, alguns estudos que se dedicaram a analisar e comparar os critérios de avaliação apresentados em diferentes disciplinas (por exemplo, Woolf, 2004) sugerem que, embora se identifiquem, por vezes, critérios específicos, a grande maioria é transversal (iguais nas diferentes disciplinas). A diferença parece residir, então, na interpretação desses critérios em cada caso particular.

Num estudo realizado por Roper e MacNamara (1993, citado em Morgan, 2003), um grupo de avaliadores chegou a um elevado nível de acordo em relação à aplicação dos critérios sem que tivesse conseguido definir claramente as características que esperavam identificar. Assim, se não é fácil para os próprios professores e avaliadores explicitar o que se pretende, como poderão os alunos formular uma representação dos critérios adequada? Por exemplo, embora para os professores de uma determinada disciplina possa ser relativamente consensual o que significam as palavras apropriado, eficaz ou adequado num contexto específico, para os alunos estas palavras podem ser especialmente problemáticas, dificultando a sua compreensão acerca daquilo que deles é esperado. Tal como Santos (2002) e Woolf (2004) salientam, é fundamental ter cuidado com a linguagem utilizada, tornando-a acessível aos alunos, para que emerja uma compreensão partilhada dos critérios de avaliação, aumentando, assim, o seu valor educacional.

Os critérios de avaliação devem ser transparentes de modo a que os alunos percebam claramente quais os objetivos do trabalho e o que significa completá-lo com sucesso (Black et al., 2002). No entanto, surge a questão: até que ponto deve ir o detalhe

fornecido relativamente a esses critérios? Em escolas profissionais, Torrance (2007) constatou que eram dadas especificações tão detalhadas que os portfólios apresentados por alunos de várias instituições eram muito semelhantes, nomeadamente ao nível da estrutura, do formato e do tipo de evidências incluído. É verdade que, quanto mais claros forem os critérios, mais fácil será atingi-los. Mas será que uma pormenorização excessiva não reduzirá a criatividade e a possibilidade de o aluno poder demonstrar e poderem ser valorizados outros saberes? Não estaremos desta forma a estrangular o desafio de aprender de uma forma mais holística? Não estaremos a tornar os alunos mais dependentes? Não estaremos a encorajar a instrumentalização? Não estaremos até a contribuir para a redução da qualidade do seu trabalho?

Geralmente, na perspetiva dos alunos, o principal objetivo da avaliação é classificar e certificar (Santos & Pinto, 2003). Logo, é natural que tenham tendência para usar os critérios de avaliação de uma forma estratégica e orientada para as classificações. Assim, se por um lado os critérios de avaliação são necessários para ajudar os alunos a identificar o que é pretendido, por outro, podem encorajar a dependência na orientação do professor e a utilização de técnicas mecanicistas, em vez de fomentarem um envolvimento significativo no processo de aprendizagem (Norton, 2004). Por esta razão, há que tentar encontrar um equilíbrio. De acordo com Dann (2002), os critérios devem ser partilhados, mas não devem ser apresentados de uma forma fechada que assuma uma interpretação universal. Também não podemos deixar que lhes seja dada demasiada ênfase e que os alunos fiquem excessivamente preocupados em querer definições e explicações cada vez mais precisas (Norton, 2004).

Os critérios não devem ser demasiado vagos e imprecisos, porque desse modo não ajudam o aluno a orientar o seu processo de aprendizagem, mas também não devem ser demasiado pormenorizados, indicando o que fazer e como fazer, dado que desta forma estarão a fomentar a dependência, em vez da autonomia. Não devem ser demasiado exigentes, porque podem conduzir a sentimentos de fracasso e de incompetência mas, em contrapartida, não devem ter um baixo grau de exigência porque desta forma tornam-se pouco estimulantes, podendo não produzir sentimentos de mérito e competência pessoal (Lopes & Sá, 2003).

Dochy, Segers e Sluijsmans (1999) sugerem que devemos procurar estabelecer critérios que se aproximem mais daqueles que são usados no dia-a-dia porque uma sociedade com novos desafios não se pode pautar pelos critérios de antigamente. Assim, devemos definir critérios que também apelem a capacidades complexas e que envolvam

um conjunto diversificado de competências. Neste sentido, Sadler (2009) propõe a realização de avaliações mais holísticas e menos analíticas porque o ato de decompor uma avaliação holística em critérios não é a operação inversa de compor uma apreciação global adicionando-se as apreciações de cada um dos critérios. As relações e dependências que deveriam caracterizar a apreciação de um trabalho são perdidas quando os critérios são tratados como propriedades discretas.

De modo a contornar as limitações associadas à compartimentação inerente à utilização de critérios, esta autora sugere que se estabeleça uma lista de critérios que não seja demasiado grande, quer porque tornaria o processo de avaliação pouco manejável, quer porque seria complicado juntar os elementos e obter-se uma imagem adequada do todo. E, a partir daí, deve assegurar-se que não existam trabalhos que holisticamente sejam considerados de elevada qualidade, mas não adquiram a excelência em todos os critérios definidos, nem existam trabalhos que sejam fortes em todos os critérios, mas que, numa avaliação holística, não tenham elevada qualidade.

A apropriação dos critérios de avaliação

Os padrões, critérios, ou as autorrepresentações de valores são a base da autoavaliação, servindo de critérios para a atividade em curso, mas, também, para a consequente invocação de sentimentos de eficácia e de estratégias de verificação e correção (Lopes da Silva, 2004). “Um aspecto-chave em todos os modelos de autorregulação é a existência de um objectivo, padrão, critério ou valor de referência que pode servir de bitola para avaliar a acção do sistema e orientar os processos de regulação” (Sá, 2004, p. 67). Deste modo, a apropriação dos critérios de avaliação é uma condição essencial para a compreensão dos sucessos e dificuldades, bem como para a subsequente (auto)regulação das aprendizagens (Dann, 2002; Pinto & Santos, 2006; Santos, 2002).

A apropriação dos critérios de avaliação é de tal modo fundamental que Pacheco (2002) considera que “o insucesso do aluno é explicado, em grande parte, por uma débil prática de construção do referente ou da clarificação dos critérios que servem para julgar o seu desempenho” (p. 56). “Uma escola orientada para o sucesso só poderá ser uma escola com critérios de avaliação estabelecidos e compreendidos por todos os intervenientes” (p. 64). Envolver os alunos na autoavaliação e aumentar a sua autonomia implica tornar explícito aquilo que habitualmente está implícito (Black et al.,

2002; Swaffield, 2011). Se os alunos não conhecerem os critérios, a avaliação torna-se num jogo de adivinhar o que vai na cabeça do professor. Há que deixar entrar os alunos nos bastidores do processo de avaliação e partilhar com eles responsabilidades em todo este processo (Taras, 2002).

Assim, há que partilhar com os alunos os critérios de avaliação. No entanto, explicitá-los parece não ser suficiente. Kirby e Downs (2007), no estudo que realizaram com alunos do ensino universitário, verificaram que estes não conseguiram autoavaliar o seu trabalho apropriadamente, embora lhes tivesse sido fornecida uma ficha que incluía os tópicos a desenvolver, instruções e os critérios de avaliação. As justificações apresentadas pelos alunos relativamente às classificações que atribuíram ao seu trabalho focavam, por exemplo, o trabalho, o esforço que despenderam, o tempo gasto ou o grau de dificuldade das tarefas. Alguns referiram que fizeram o que era suposto, o que à primeira vista parece apontar para a utilização dos critérios de avaliação no processo de autoavaliação. No entanto, o tom vago deste tipo de afirmação e a discrepância entre as classificações atribuídas pelos alunos e pelos professores (sendo as primeiras significativamente mais altas do que as segundas) suscitam dúvidas relativamente à efetiva compreensão e utilização dos critérios de avaliação. Tal como Sadler (1989) salienta, a explicitação dos critérios pode não ser suficiente para ajudar os alunos a julgar a qualidade ou a guiar o seu trabalho dado que há sempre muitas variáveis em jogo.

“A apropriação da linguagem de avaliação não é um dado adquirido para todos os alunos” (Pinto & Santos, 2006, p. 75), isto é, nem todos têm a mesma capacidade de compreender os critérios de avaliação já que os conceitos, valores e formas de expressão utilizados no meio sociocultural em que os alunos se inserem podem ser diferentes do discurso dominante (Barbosa e Alaiz, 1994b; Morgan, 2003). Assim, embora explicitados, os critérios não têm necessariamente o mesmo significado para todos (Morgan, 2003; Pinto, 2002), uma vez que a lógica da disciplina e do professor é, em geral, diferente da dos alunos (Vial, 2012).

Para além disso, se no discurso do dia-a-dia, as palavras têm de ser interpretadas mediante o contexto em que estão inseridas (aliás, qualquer dicionário indica uma série significados que uma dada palavra pode tomar), as palavras utilizadas como critérios têm a mesma versatilidade. Vários estudos demonstram que o mesmo critério pode ser interpretado de diferentes formas por diferentes professores e até pelo mesmo professor em diferentes contextos (Sadler, 2009). Deste modo, nem sempre aquilo que é

pretendido é exatamente igual àquilo que o sujeito entende. Por esta razão, é importante que o professor tente compreender o modo como os alunos interpretam esses critérios e confronte as suas representações com as dos alunos, na tentativa de se chegar a uma representação comum (Barbosa & Alaiz, 1994b). Neste sentido, a verbalização do entendimento que é feito acerca dos critérios tem um papel muito importante. É através desta (para os outros ou para si próprio) que o sujeito constrói o seu significado (Nunziati, 1990). Ao exprimir, por palavras, o seu entendimento, o critério de avaliação torna-se mais claro aos olhos do aluno (e/ou de outros).

Rust, Price e O'Donovan (2003) desenvolveram um estudo em que verificaram que os alunos do grupo experimental, que participaram num workshop em que foram utilizadas várias estratégias com o intuito de os ajudar a se apropriarem dos critérios de avaliação (utilizaram exemplos, discutiram os critérios, entre outras), obtiveram resultados significativamente melhores do que os alunos do grupo de controlo (aos quais foram fornecidos os critérios de avaliação, mas não foram desenvolvidas estratégias para facilitar a sua apropriação). Mais uma vez, há evidência que sugere que não basta explicitar os critérios de avaliação. É fundamental a socialização (interação aluno-professor e entre pares) para que estes sejam interiorizados pelos alunos.

Um outro aspeto interessante que emergiu das entrevistas realizadas por estes autores relaciona-se com a tensão que pode surgir entre as expectativas dos professores e os padrões de qualidade dos próprios alunos, ou seja, os padrões autoimpostos. Padrões autoimpostos são, assim, o conjunto das representações dos critérios fornecidos ou outros critérios que orientam a atividade dos alunos. Estes padrões podem ser desenvolvidos pelos alunos de uma forma quase inconsciente a partir das suas vivências (Lopes da Silva, 2004).

Tanto Gomes (2005), como Semana (2008) e Semana & Santos (2010), em estudos realizados com alunos, respetivamente, do 7.º e 8.º ano de escolaridade na disciplina de Matemática, concluíram, a partir de estudos de caso, que o conflito gerado entre os padrões autoimpostos e os critérios de avaliação geraram diferenças entre o que foi realizado e o que era esperado. Ao longo do tempo, e através do envolvimento dos alunos na apropriação dos critérios de avaliação, estes foram ajustando as suas representações ou exercendo um autocontrolo desses padrões, de tal modo que os relatórios realizados pelos alunos foram incluindo, progressivamente, mais aspetos dos critérios de avaliação, porém, alguns deles permaneceram.

Num contexto de autorregulação, em que os alunos devem ser capazes de compreender os critérios de modo a se autoavaliarem, surge a questão: quais serão os critérios legítimos? Os dos professores ou dos alunos? Penso que não seria correto considerar algum deles ilegítimo. A resposta para esta tensão passa necessariamente por uma negociação para que seja possível construir-se entendimentos comuns, de forma a que os critérios de avaliação façam sentido para todos os intervenientes do processo de ensino-aprendizagem (Nicol & Macfarlane-Dick, 2006; Santos, 2002, 2008; Taras, 2002), evitando-se, assim, falsas apropriações, ou seja, que os alunos ajam/respondam de uma determinada forma só para agradar ao professor e não porque considerem importante fazê-lo desse modo.

A utilidade dos critérios de avaliação não depende apenas da sua compreensão, mas, também do grau de aceitação e interiorização (Sá, 2004). “Uma das condições de possibilidade de auto-avaliação é a da apropriação pelo sujeito de um referente que, do seu ponto de vista, seja absolutamente legítimo” (Hadj, 1994, p.112). Os critérios de avaliação têm de fazer sentido para o aluno, já que de outra forma a avaliação não passará de um jogo em que o único intuito do aluno será cumprir escrupulosamente as regras impostas para obter os resultados pretendidos. Se pretendemos que a avaliação seja um momento de aprendizagem é fundamental que se estabeleça um diálogo aberto entre professor e alunos para que as exigências associadas a cada tarefa adquiram relevância do ponto de vista dos últimos. Quando se definem os critérios de uma forma bilateral (em vez de unilateral) implica-se o aluno na sua elaboração/aperfeiçoamento/completude, o que tem como vantagem responsabilizá-lo no processo avaliativo, facilitando a apropriação e aceitação dos critérios de avaliação (Santos, 2002).

O estudo realizado por Orsmond, Merry e Reiling (2002) vem ao encontro desta ideia. Os alunos de um curso de Biologia definiram e aplicaram os critérios de avaliação em relação a um póster que realizaram, verificando-se que não houve uma diferença significativa entre as classificações atribuídas pelo professor e pelos alunos, ao contrário do que se verificou noutros estudos em que os critérios foram fornecidos, em vez de negociados. A participação em discussões com os professores durante a construção dos critérios de avaliação, recorrendo a exemplos onde os pudessem aplicar e explicar, parece ter promovido a apropriação e interiorização dos mesmos.

Os critérios de avaliação também podem ser definidos apenas pelos alunos (Abrech, 1994). Porém, estes nem sempre são os mais adequados e eficazes (Sá, 2004).

Taras (2003) verificou que os critérios definidos pelos alunos enfatizam aspetos mais técnicos e mais simples de avaliar, como a estrutura e a apresentação do trabalho e, tendem a ignorar capacidades de maior nível de complexidade, tais como a compreensão teórica e conceptual ou a qualidade da discussão. Por estas razões, considero ser mais adequado partir-se de um processo de negociação dos critérios do que delegar toda a responsabilidade nos alunos.

No caso de critérios mais abstratos é muito útil discuti-los recorrendo à utilização de exemplos concretos para ajudar a compreendê-los (Black et al., 2003; Henry, Bromberger & Armstrong, 2011; Santos, 2002; Swaffield, 2011), isto é, por vezes, os alunos necessitam “ver” como é que a aplicação dos critérios se pode traduzir na prática. Através destes exemplos os professores podem explicitar e exteriorizar a forma como usam o conhecimento tácito para avaliar os trabalhos com base nos critérios definidos (Taras, 2002). No entanto, é preciso ter alguns cuidados. Há que garantir que os alunos não pensem que esse(s) trabalho(s) são *standards*, nem recorram a estratégias mecanicistas. É fundamental que construam conhecimento e desenvolvam trabalho de uma forma independente, significativa e criativa (Norton, 2004). Para além disso, é essencial que o fornecimento dos exemplos seja acompanhado de uma discussão em sala de aula. Handley e William (2009) forneceram, numa plataforma informática, exemplos de trabalhos (incluindo os comentários escritos pelo professor) mas, apesar de os alunos terem, efetivamente, recorrido a esta ferramenta, as classificações dos seus trabalhos não foram melhores do que as dos alunos do semestre anterior (que não tiveram acesso à mesma). As suas respostas a um questionário indicaram que estes consideraram os exemplos facultados um recurso valioso, quer porque permitiram ver a estrutura e organização de trabalhos corrigidos, quer porque, ao lerem o feedback, compreenderam melhor o que era pedido e como é que o trabalho poderia ser melhorado. Porém, em conversas informais, revelaram que tiveram dificuldade em compreender os critérios de avaliação explicitados, o que limitou a utilização dos exemplos comentados.

Uma análise em conjunto (professores e alunos) dos exemplos fornecidos, à luz dos critérios de avaliação, poderia, efetivamente, ter facilitado a sua apropriação, tal como Hendry, Armstrong e Bromberger (2012), bem como, Andrade e seus colaboradores (2008, 2010) verificaram nos estudos que realizaram. Os primeiros autores verificaram que a forma de explorar os exemplos pode influenciar o desempenho dos alunos. Os alunos universitários australianos que frequentaram as aulas

em que os professores explicaram a forma os critérios de avaliação foram utilizados para classificar trabalhos de anos anteriores (de fraca, média e elevada qualidade) tiveram melhores resultados na produção que desenvolveram do que aqueles que frequentaram aulas em que os professores apenas focaram os erros cometidos nos exemplos fornecidos ou em que os exemplos pouco foram discutidos.

Por sua vez, Andrade e seus colaboradores desenvolveram dois estudos. Um deles teve como participantes alunos do 3.º e 4.º anos de escolaridade (Andrade, Du & Wang, 2008) e outro alunos do 5.º, 6.º e 7.º anos (Andrade, Du & Mycek, 2010). Em ambos, um dos grupos de alunos utilizou um modelo (exemplo) para definir os critérios de avaliação associados à escrita de uma história de qualidade, recebeu uma rubrica e utilizou-a para autoavaliar a primeira versão. O outro grupo não utilizou o exemplo, apesar de também ter gerado a lista de critérios de qualidade. Em ambos os estudos verificou-se um melhor desempenho do primeiro grupo de alunos relativamente a todos os critérios da rubrica, sugerindo que a utilização de um modelo para definir os critérios de avaliação pode ajudar os alunos do ensino básico a realizar melhores produções.

O feedback pode ser importante para eliminar ambiguidades e mal entendidos (Taras, 2003). Se for fornecido à medida que os alunos realizam as tarefas, atendendo aos critérios de avaliação, estes vão sendo interiorizados com mais facilidade (Santos, 2002; Wharton, 2003). É o envolvimento na discussão e na aplicação dos critérios de avaliação que pode ajudar os alunos a perceber o seu significado. Woolf (2004) vai ainda mais longe ao afirmar que os critérios de avaliação só adquirem significado quando são postos em prática.

Para além das estratégias acima mencionadas, existe outra que pode favorecer a apropriação dos critérios de avaliação. Black e seus colaboradores (2003) verificaram que a avaliação de pares pode ser um complemento importante, e até mesmo um pré-requisito, para a autoavaliação. O facto de a linguagem utilizada pelos colegas ser mais próxima daquela que os próprios usam naturalmente pode facilitar o processo de comunicação, sendo, deste modo, mais fácil, por exemplo, a clarificação de alguns critérios ou objetivos que, inicialmente, não sejam totalmente compreendidos.

Assim, parece que negociação, discussão, reflexão e prática são procedimentos-chave no processo de apropriação dos critérios de avaliação. A discussão e reflexão acerca dos critérios na aula, a sua negociação, a utilização de exemplos que ajudem a ilustrar o nível de desempenho em relação a cada um dos critérios, o feedback dado à luz dos critérios definidos são exemplos de estratégias que parecem facilitar a

apropriação dos mesmos e a sua ação combinada parece potenciar este processo, de acordo com os resultados obtidos por Semana (2008).

A explicitação e apropriação dos critérios de avaliação facilita a identificação dos pontos fortes e fracos, por isso facilita, não só o feedback externo, podendo aumentar a rapidez com que este é transmitido porque os significados foram previamente clarificados (Woolf, 2004), como o feedback interno (O'Donovan, Price & Rust, 2001). Através da apropriação dos critérios os alunos podem identificar e corrigir os seus erros e distinguir o que os ajudou a atingir os objetivos e o quão bem sucedido foi o seu trabalho (Papaleoutiou-Louca, 2003). Assim, este processo fomenta uma maior consciência de quando e como aprendem, ou não (Black et al., 2002; Swaffield, 2011).

Quando se confronta o referido com o referente, ou seja, quando se faz uma análise da realidade à luz daquilo que é ou parece ser desejável, surge, muitas vezes, uma necessidade de mudança. Deste modo, surge a questão: Como poderemos atingir esse modelo ideal? Deve procurar-se um caminho que possa fazer com que as coisas evoluam de forma conveniente. Mas tal pressupõe a necessidade de avaliar o que é razoável fazer para realizar o projeto de mudança, através da confrontação da realidade atual com o que se prevê atingir (Black et al., 2003; Hadji, 1994). Assim, os critérios de avaliação são fundamentais para a autorregulação das aprendizagens.

Do ponto de vista da aprendizagem, são vários os benefícios que têm emergido em estudos empíricos no que concerne ao investimento na apropriação dos critérios de avaliação. A realização de trabalhos de maior qualidade e consequentemente melhores classificações, o desenvolvimento da capacidade de focar elementos chave do trabalho, o aumento da eficácia na identificação dos pontos fortes e fracos do trabalho, o aumento da motivação e aprendizagem e a redução da ansiedade são alguns deles (Andrade & Du, 2007; Dann, 2002). No que diz respeito à comunicação oral, os resultados obtidos por Semana e Santos (2012) sugerem que um investimento na apropriação dos critérios de avaliação associados a esta competência permitem desenvolvê-la, verificando-se, também, uma crescente aproximação entre a reflexão final realizada pelos alunos e a avaliação do professor. A apropriação dos critérios pode, ainda, reduzir a desvantagem dos alunos de níveis sociais mais baixos que não conhecem tão bem o discurso da escola, nem reconhecem tão facilmente os critérios escondidos comparativamente com os alunos de famílias mais privilegiadas (Morgan, 2008).

Esta apropriação pode ter repercussões, não apenas no imediato, mas também a longo prazo. Rust, Price e O'Donovan (2003), cujo estudo foi referido anteriormente,

verificaram que, mesmo um ano depois da intervenção, os alunos do grupo experimental (que participaram em atividades para promover a apropriação dos critérios de avaliação) continuaram a obter resultados significativamente melhores do que os alunos do grupo de controlo num outro módulo em que foram utilizadas tarefas de avaliação da mesma natureza. Mas será que ocorre um processo de transferência em situações de aprendizagem/avaliação de natureza diferente? No estudo desenvolvido por Andrade e Du (2007) muitos dos alunos participantes não transferiram para outras disciplinas os processos e os critérios utilizados na disciplina em que se desenvolveu o estudo. Admitiram, em entrevistas, ter dificuldade em criar os seus próprios instrumentos de apoio à autoavaliação (como rúbricas ou listas de verificação), até porque os objetivos de aprendizagem e critérios de avaliação nem sempre são tornados claros. Deste modo, parece que nem sempre é fácil transferir as capacidades associadas à autoavaliação para outras situações de aprendizagem, nomeadamente quando não se promove a apropriação dos critérios de avaliação.

As rúbricas

Os critérios de avaliação, em geral, são abstratos, pelo que devem ser operacionalizados. Hadji (1994), por exemplo, propõe que essa operacionalização se faça através de questões, tais como: Esta dissertação está organizada para dar uma resposta com argumentos à questão subentendida no tema? Desta forma o aluno pode encarar a avaliação como um diálogo, o que poderá ser facilitador em algumas situações ou para alguns alunos. Uma outra forma de o fazer é através de rúbricas, ou seja, indicadores do que é observável explicitados em descritores. De acordo com De Ketele (2006), "um critério é uma qualidade e não é, portanto, directamente observável, um indicador é, ao contrário, um sinal concreto observável" (p. 145). Assim sendo, as rúbricas são documentos que dão conta das expectativas em relação a uma determinada produção, indicando aquilo que conta e descrevendo níveis de qualidade do desempenho, do excelente ao fraco (Andrade, 2000). Podem ser utilizadas com um fim fundamentalmente sumativo, isto é, para classificar os produtos finais, mas também podem ter uma função formativa. Vários autores (Andrade, 2000; Mansilla, Duraishigh, Wolf & Haynes, 2009) defendem que a rúbrica é uma ferramenta importante para a autoavaliação porque permite transmitir o que se pretende e guiar os alunos, facilitando a identificação dos pontos fracos do seu trabalho e indicando formas concretas para o

melhorar. O nível mais alto, ao indicar as características de um trabalho de excelência, envolve os alunos num processo de aprendizagem construtiva assente na autoavaliação (Hafner & Hafner, 2003). Neste sentido, as definições de qualidade devem fornecer uma explicação detalhada do que o aluno tem de fazer para demonstrar uma capacidade ou competência e, assim, atingir um determinado nível de desempenho (Reddy & Andrade, 2010).

As rubricas serão mais eficazes se indicarem problemas que os alunos podem experienciar do que se descreverem erros que estes não reconhecem ou definirem níveis de qualidade de desempenho vagos e que praticamente não têm significado para os alunos (Andrade, 2000). Se assim for, elas poderão fomentar um feedback interno mais informativo acerca dos pontos fortes e dos aspetos que precisam de ser melhorados do que as formas tradicionais de avaliação.

Petkov e Petkova (2006) compararam o desempenho de duas turmas, cada uma com vinte alunos universitários, num trabalho de projeto na disciplina de Sistemas de Informação. A única diferença no tratamento dos dois grupos foi o facto de apenas a um deles ter sido fornecida, no início do semestre, uma rubrica referente a esse trabalho e ter sido sugerido que a utilizassem como guia para a sua elaboração. Comparando a classificação média obtida pelos alunos das duas turmas, verificaram que foi significativamente maior a dos alunos da turma que usou a rubrica. Todavia, os resultados dos estudos de Andrade (2001) e de Green e Bowser (2006) não apontam neste sentido.

No primeiro caso, foi comparado o desempenho de dois grupos de alunos do 8.º ano de escolaridade: a um deles foram fornecidas rubricas para três trabalhos escritos, enquanto ao outro grupo não. Verificou-se um melhor desempenho do primeiro grupo apenas em uma das três produções. Também no segundo estudo, que comparou dois grupos de alunos nas mesmas condições (um que recebeu a rubrica e outro não), não se observaram diferenças significativas nas classificações das produções (que consistiram em revisões de literatura de teses de mestrado). A análise destes estudos parece sugerir que, independentemente do nível de ensino, a mera entrega de uma rubrica pode não ser suficiente para que os alunos obtenham um melhor desempenho. Embora alguns consigam utilizá-la sem precisar de ajuda, outros necessitam de auxílio para a interpretar e utilizar de forma guiada antes de o conseguirem fazer autonomamente (Sadler & Andrade, 2004). Neste sentido, O'Donovan, Price e Rust (2001) consideram que as grelhas de referência criterial têm limitações quanto a benefícios práticos, a

menos que sejam exploradas com os alunos de forma a se chegar a uma compreensão partilhada. É necessário clarificar o que é esperado, ajudar os alunos a compreender os itens mais obscuros ou não tão óbvios (que de outra forma seriam ignorados) e ultrapassar o carácter vago, impreciso e subjetivo associado a alguns indicadores.

Tal como já foi discutido, qualquer que seja o instrumento utilizado para promover a autoavaliação, é imprescindível implementarem-se estratégias que promovam a apropriação dos critérios de avaliação. Andrade (2001), por exemplo, sugere que se promova o envolvimento dos alunos na conceção das rúbricas, por exemplo, através da análise de partes de produções escritas. Kocakulah (2010), ao comparar os resultados do pós-teste de dois grupos de alunos do curso de Ensino das ciências, verificou que as classificações do grupo experimental ($n=76$), que utilizou uma rúbrica para responder às questões, foram significativamente melhores do que as do grupo de controlo ($n=77$). O autor sugere que o facto de terem sido criados grupos de discussão, envolvendo os alunos na construção e utilização da rúbrica, teve um efeito crucial na compreensão do que era pedido nas questões e na identificação daquilo em que se deviam focar, justificando, desta forma, o impacto positivo da utilização da rúbrica na capacidade de resolução de problemas do grupo experimental.

Nos estudos citados anteriormente, em que as rúbricas tiveram uma função reguladora, verificou-se uma atitude positiva dos alunos face às mesmas. Para além disso, a revisão de literatura realizada por Reddy e Andrade (2010) mostra que os alunos valorizam a utilização deste instrumento porque clarifica os objetivos do trabalho, permite regular o seu progresso e torna o processo de avaliação sumativa mais transparente e justo. Porém, no estudo desenvolvido por Schneider (2006), em que as rúbricas foram fornecidas em diferentes momentos do processo de avaliação (a uns alunos depois de a produção ter sido classificada e a outros, no início, juntamente com o guião da tarefa), verificou-se uma grande discrepância na opinião dos alunos. Dos que receberam a rúbrica juntamente com o guião da tarefa, 88% consideraram-na útil, porém apenas 10% dos que a receberam juntamente com a classificação final partilharam dessa opinião. Assim, estes resultados reforçam que as rúbricas não devem apenas ser utilizadas como instrumento de classificação, mas também (e sobretudo) como uma ferramenta colocada ao serviço da aprendizagem autorregulada.

A metacognição

O ser humano caracteriza-se pelo facto de pensar acerca de si e do que o rodeia. Ao longo da sua vida, frequentemente surgem situações em que tem de planear e avaliar criticamente caminhos alternativos, tomar decisões conscientes e comunicar com os outros de modo a explicar e justificar o que pensa. Para isso, precisa constantemente de monitorizar e regular os seus pensamentos e ações. Ora, qualquer uma das situações descritas anteriormente requer capacidades metacognitivas (Flavell, 1979).

A palavra metacognição advém do termo cognição. Etimologicamente, significa para além da cognição, por isso, importa diferenciar estratégias cognitivas de estratégias metacognitivas. As primeiras facilitam a aprendizagem e a execução de uma determinada tarefa, enquanto as segundas monitorizam esse processo. Tirar notas, fazer resumos, sublinhar são exemplos de estratégias cognitivas. A metacognição envolve uma reflexão crítica acerca do processo de aprendizagem. Trata-se de uma cognição de segunda ordem: pensamentos sobre pensamentos, conhecimentos sobre conhecimentos, reflexões sobre ações (Hacker, 1998). É possível desenvolver uma atividade cognitiva (e consequentemente aprender) sem desenvolver o pensamento crítico. No entanto, é impossível pôr em prática estratégias metacognitivas de forma acrítica (Georghiades, 2004a). Mas, uma única estratégia pode ter, simultaneamente, funções cognitivas e metacognitivas. Por exemplo, quando um aluno se auto-questiona sobre um texto, tal pode servir para melhorar o seu conhecimento acerca do texto, mas também para monitorizar esse conhecimento (Flavell, 1976, citado em Georghiades, 2004a) e, por isso, muitas vezes, é difícil distinguir as atividades que evidenciam processos metacognitivos daquelas que constituem apenas atividade cognitiva (Veenman, van Hout-Wolters & Afflerbach, 2006).

De acordo com Valente, Salema, Morais e Cruz (1989), a metacognição é “a faculdade de conhecer o próprio ato de conhecer, ou, dito de outro modo, consciencializar, analisar e avaliar como se conhece” (p. 47). Segundo Flavel (1979), metacognição é o conhecimento que o indivíduo tem sobre o seu próprio conhecimento, isto é, consiste em pensar acerca do pensar ou, por outras palavras, trata-se do “conhecimento e cognição acerca de fenómenos cognitivos” (p. 906). Todavia, acrescenta a esta dimensão o controlo executivo ou a autorregulação do pensamento. Martinez (2006) corrobora esta conceção ao definir metacognição como a monitorização e controlo do pensamento. Segundo Correia (2003), “a metacognição diz

respeito, entre outras coisas, ao conhecimento do próprio conhecimento, à avaliação, à regulação e à organização dos próprios processos cognitivos” (p. 110). Para Papeleontiou-Louca (2003) a metacognição “refere-se a todos os processos acerca da cognição, tais como sentir algo acerca do seu próprio pensamento, pensar sobre o próprio pensamento e responder ao seu próprio pensamento através da monitorização e regulação do mesmo” (p. 12).

Tal como algumas revisões de literatura assinalam (por exemplo, Figueira, 2003; Veenman et al., 2006), não existe uma definição unívoca de metacognição, mas muitos autores (por exemplo, Flavell, 1979; Veenman et al., 2006) concordam que esta deve incluir as seguintes noções: conhecimento do seu próprio conhecimento, processos e estado cognitivo e afetivo, assim como capacidade de, consciente e deliberadamente, monitorizar e autorregular o seu próprio conhecimento, processos e estado cognitivo e afetivo (Hacker, 1998; Papeleontiou-Louca, 2003). Deste modo, a este termo estão associados dois aspetos distintos, mas intimamente relacionados: o conhecimento acerca da cognição e a regulação da mesma. O primeiro pode designar-se por autoapreciação cognitiva e está relacionado com as reflexões pessoais sobre as exigências associadas à tarefa, sobre os conhecimentos e as estratégias de que se dispõe para realizar a tarefa e sobre os resultados a alcançar. O segundo pode chamar-se de autocontrolo cognitivo e está relacionado com as reflexões pessoais sobre a organização e planeamento estratégico que acompanham o decorrer da execução da tarefa, de modo a que o aluno saiba como a executar e fazer ajustamentos, se necessário (Correia, 2003; Lopes da Silva, 2004).

Alguns autores (por exemplo, Zimmerman, 1990, 1998, 2002) consideram que a metacognição é uma componente da autorregulação, já que esta última envolve também aspetos motivacionais e comportamentais. Outros (indicados, por exemplo, por Veenman et al., 2006) consideram que a autorregulação é uma componente da metacognição, uma vez que este processo envolve, para além do conhecimento cognitivo, o seu controlo, ou seja, a sua regulação. O facto de os aspetos cognitivos, afetivos e metacognitivos estarem estreitamente ligados e, na prática, ser difícil distingui-los dificulta uma tomada de posição inequívoca (Lafortune & Saint-Pierre, 1998). Apesar de a metacognição, segundo muitos autores, envolver um processo de autorregulação (dos processos cognitivos), na minha opinião parece-me legítimo considerar que o conceito de autorregulação da aprendizagem é mais geral, dado que,

para além dos domínios cognitivo e metacognitivo, envolve as dimensões motivacional e comportamental que, embora estejam relacionadas, não fazem parte desses domínios.

Paris, Lipson e Wixson (1983) consideram que o conhecimento da cognição inclui três subcomponentes: o conhecimento declarativo – conhecimento do próprio como aprendente e dos fatores que influenciam o seu desempenho; o conhecimento processual – o conhecimento acerca das estratégias e de outros procedimentos (por exemplo, tirar notas, usar mnemónicas, fazer resumos das ideias principais); e o conhecimento condicional – o conhecimento de porquê e quando usar uma determinada estratégia. Flavell (1979), por sua vez, considera que a metacognição inclui duas vertentes, o conhecimento metacognitivo e a experiência metacognitiva. A primeira abrange o autoconhecimento (por exemplo, a consciência das suas lacunas e dos seus pontos fortes), o conhecimento sobre as tarefas (perceber, por exemplo, que diferentes tarefas implicam a utilização de diferentes estratégias) e o conhecimento sobre as estratégias (saber que estratégias devem ser usadas para atingir um determinado objetivo). A experiência metacognitiva está relacionada com o foro afetivo e envolve impressões, perceções e sentimentos conscientes acerca do processo de aprendizagem. Por exemplo, quando o aluno se depara com uma dificuldade e sente que algo vai mal, esta experiência metacognitiva estimulará o pensamento sobre o seu próprio pensamento e a adoção de meios para a superar, funcionando como um feedback interno (Figueira, 2003). Assim, de acordo com esta perspetiva, a metacognição não diz respeito apenas à cognição, alargando-se ao domínio emocional, na medida em que envolve também as emoções que acompanham o processo cognitivo e a sua monitorização. Estas duas vertentes, conhecimento metacognitivo e experiências metacognitivas, estão interligadas, uma vez que, por um lado, são as experiências que contribuem para o desenvolvimento e modificação do conhecimento, mas, por outro, é o conhecimento que permite interpretar as experiências e agir de forma adequada (Correia, 2003). Tanto os conhecimentos, como as experiências cognitivas, podem levar um aluno a selecionar, avaliar, rever ou abandonar uma tarefa, um objetivo ou uma determinada estratégia (Papeleontiou-Louca, 2003).

Diversos estudos (por exemplo, Loizidou & Koutselini, 2007; Ribeiro, 2003) evidenciam que os melhores alunos revelam uma melhor monitorização cognitiva do conhecimento do que os alunos que habitualmente obtêm piores resultados, isto é, os primeiros têm uma noção mais correta acerca das coisas que fazem e do conhecimento

que têm (sabem avaliar as suas dificuldades e/ou ausências de conhecimento). Os segundos têm tendência a sobrestimar as suas capacidades.

Não é difícil ensinar um aluno a proceder de uma determinada forma num contexto particular, mas é a sua capacidade metacognitiva que determina se este continuará a utilizar essas estratégias noutras situações. Por isso, desenvolver a metacognição é fundamental para o exercício da aprendizagem autorregulada (Kuhn & Dean Jr, 2004; Lopes da Silva, 2004). Desta forma, as aprendizagens que se realizam socialmente devem converter-se em algo individual através de um processo de interiorização (Kuhn & Dean Jr, 2004). O aluno, ao se conhecer melhor a si próprio e aos outros, vai refletindo sobre os fatores que influenciam o exercício da cognição, percebendo quais são os seus pontos fortes e fracos, como lida com as situações, identificando as estratégias que lhe são mais favoráveis para a resolução de problemas, definindo objetivos a alcançar, antecipando e depois refletindo sobre os resultados obtidos, o que conduz a um melhor conhecimento e controlo das suas ações cognitivas e afetivas. Deste modo, vai desenvolvendo o seu conhecimento metacognitivo e tornando-se cada vez mais eficaz e autónomo - aprende a aprender (Lopes da Silva, 2004; Valente et al., 1989).

Para que tal ocorra, devem criar-se situações de aprendizagem abertas que deixem espaço para o aluno conduzir, de forma refletida, as suas operações cognitivas, de forma a que, recorrendo à autoapreciação e ao autocontrolo cognitivos, tenha um papel ativo na construção do seu próprio conhecimento (Correia, 2003; Figueira, 2003; Kuhn & Dean Jr, 2004; Lopes da Silva, 2004; Martinez, 2006). A literatura aponta três princípios para o desenvolvimento da metacognição: a) associar a instrução da metacognição aos assuntos que estão a ser abordados para garantir que haja conexão; b) informar os alunos da utilidade das atividades metacognitivas de modo a incentivá-los a, inicialmente, fazer um esforço extra e; c) prolongar o treino para garantir que continuem a aplicar a atividade metacognitiva (Veenman et al., 2006). Lafortune e Saint-Pierre (1998), Figueira (2003), Papaleoutiou-Louca (2003) e Lopes da Silva (2004) acrescentam que se devem criar situações que estimulem a verbalização das dificuldades e dos processos cognitivos utilizados pelos alunos, através, por exemplo, de estratégias de autoquestionamento, e a autoavaliação dos processos de aprendizagem de modo a que reflitam sobre o seus próprios pensamentos e ações e, assim, conheçam o seu ato de aprender e detetem, de forma independente, os seus erros. A explicitação, por parte do professor, dos seus próprios processos mentais é outra estratégia que poderá

ajudar os alunos a avaliar os seus procedimentos cognitivos através da confrontação dos processos utilizados pelo outro com aqueles que são utilizados por si.

Muitos são os estudos que têm demonstrado que o desenvolvimento da metacognição pode ter um impacto positivo na aprendizagem e no desempenho dos alunos. Georghiades (2004b) desenvolveu um estudo quasi-experimental com dois grupos de 30 alunos do 5.º ano de escolaridade do Chipre. Os resultados obtidos nos testes (realizados uma semana, dois meses e oito meses após a intervenção) parecem indicar que a metacognição situada, isto é, contextualizada no currículo (que apenas foi promovida no grupo experimental) tem um impacto positivo no grau de profundidade das aprendizagens realizadas, dado que a diferença encontrada entre este grupo e o de controlo foi apreciável, principalmente, no terceiro teste. Assim, parece que a metacognição pode ajudar a prevenir uma regressão a constructos não científicos ou a explicações alternativas.

Loizidou e Koutselini (2007) realizaram uma investigação-ação onde desenvolveram e aplicaram um programa de intervenção com 16 alunos do 3.º ano. Implementaram estratégias que encorajavam os alunos a monitorizar metacognitivamente o seu conhecimento, como por exemplo, recorrendo à criação de duas colunas à frente de cada exercício para os alunos indicarem quantos pontos esperavam ter e qual a confiança que tinham na resposta dada. Verificou-se que a maior parte deles, especialmente os que revelavam mais dificuldades, passou a ter mais consciência acerca daquilo que sabia e melhorou o seu desempenho ao longo da intervenção. Tal parece indicar que a monitorização metacognitiva pode ser desenvolvida e, conseqüentemente, promover melhores aprendizagens.

Os resultados do estudo de Zohar e David (2008) apontam no mesmo sentido. Todos os alunos israelitas do 8.º ano de escolaridade que participaram (n=119) desenvolveram o mesmo tipo de atividade na área das ciências, mas apenas os dos grupos experimentais foram ensinados explicitamente a controlar variáveis (conhecimento meta-estratégico). A partir da análise do pré e do pós-teste, assim como de um teste escrito realizado três meses após a instrução, verificaram que os alunos desses grupos obtiveram resultados significativamente melhores do que os dos grupos de controlo nos dois testes realizados após a intervenção. Estes dados parecem indicar que os alunos do grupo experimental compreenderam a estratégia de controlo de variáveis, conseguindo transferir as aprendizagens realizadas para outras situações. O desempenho dos alunos mais fracos melhorou muitíssimo com esta intervenção, o que

permite concluir que também é possível ajudar os alunos menos bons a desenvolver estratégias mais complexas de pensamento. Hacker (1998), ao fazer uma síntese de vários estudos empíricos, acrescenta, ainda, que até os alunos da pré-escola conseguem monitorizar de forma adequada o seu conhecimento se forem implementadas atividades com esse intuito.

Em Portugal, Morais e Valente (1991) concluíram que o ensino sistemático de estratégias metacognitivas para a compreensão da leitura parece ter contribuído para a utilização gradual das estratégias cognitivas e metacognitivas da maioria dos alunos de duas turmas do 7.º ano (que manifestavam dificuldades de aprendizagem) e para aumentar a compreensão dos textos, assim como o interesse e as expectativas de sucesso relativamente à disciplina de Língua Portuguesa.

Assim sendo, a metacognição promove uma aprendizagem independente, contribui para a melhoria da aquisição, da generalização, da retenção e da transferência do conhecimento e capacidades, e para o aumento da motivação para aprender (Figueira, 2003; Hacker, Dunlosky & Graesser, 1998; Papaleoutiou-Louca, 2003). “Há forte evidência de que os alunos, quando treinados a desenvolver o pensamento metacognitivo, não só aprendem melhor os conteúdos e as competências específicas das áreas curriculares como desenvolvem competências gerais de aprender a aprender” (Valente et al., 1989, p. 50).

Constrangimentos e recomendações para o desenvolvimento da autoavaliação

Realizar a autoavaliação acarreta algumas dificuldades dado que a maioria dos alunos revela pouca autonomia (Perrenoud, 1999). Vários estudos têm mostrado que a primeira tarefa, e também a mais difícil, é levar os alunos a refletir sobre o seu próprio trabalho em função dos objetivos definidos e dos critérios de avaliação (Black et al., 2003). Assim, a criação, por parte do professor, de contextos de aprendizagem que facilitem o desenvolvimento da autoavaliação pode ser uma resposta a esse problema. Neste caso estamos perante uma autoavaliação regulada (Santos, 2002).

Antes de mais, é necessário que os alunos compreendam porque razão é importante se autoavaliarem para que deixem de pensar que a avaliação é uma atividade da exclusiva responsabilidade do professor e que não têm qualquer tipo de “obrigação” ou vantagem em despender esforço para a realizar (Allal, 1999; Bound, 2000;

Perrenoud, 1999). Devem perceber claramente que a autoavaliação, para além de ser um meio para se atingir os objetivos de aprendizagem, também é um fim em si mesmo, já que a apropriação desta competência é fundamental para a regulação das aprendizagens ao longo da vida (Allal, 1999; Crisp, 2012). É importante que tenham isto em mente, uma vez que, como já vimos, se não compreenderem que capacidades se pretende que desenvolvam, dificilmente conseguirão orientar o seu trabalho nesse sentido. Para além disso, a qualidade das reflexões dos alunos acerca das suas produções e dos processos utilizados, assim como a capacidade de propor estratégias a adotar em futuras oportunidades de aprendizagem (ou tarefas) têm de ser claramente valorizadas pelos professores (Crisp, 2012).

Alguns alunos, perante a novidade desta prática avaliativa e, enraizados numa relação utilitarista com o saber (Perrenoud, 1999), podem dizer, não o que pensam, mas o que acham que é útil para atingir os seus fins. De modo a se protegerem do desconhecido, podem dizer aquilo que pensam que irá agradar o professor (Allal, 1999). Contornar este obstáculo passa pelo estabelecimento de contratos didáticos baseados na confiança e pela compreensão (por parte dos alunos e dos encarregados de educação) dos fundamentos e vantagens desta modalidade de avaliação. Com efeito, a autoavaliação coloca a nu lacunas e dificuldades que, eventualmente, poderiam passar despercebidas, por isso, é essencial que os alunos compreendam as vantagens desta exposição para que desejem comprometer-se e envolver-se na complexidade deste percurso.

Os alunos têm de sentir que os comentários que fazem acerca do seu próprio trabalho são usados positivamente pelo professor (Dann, 2002). Só assim se sentirão à vontade para expor e partilhar as suas dificuldades. Deste modo, não faz sentido que o erro seja olhado com reprovação ou seja banido sem qualquer interpretação porque, primeiro ele é natural e faz parte do processo de aprendizagem e, segundo, ele é uma importante fonte de informação (Barreira & Pinto, 2005; Bennett, 2011; Cachapuz et al., 2002; Crespo, 2000; Fernandes, 2005; Méndez, 2002; Rosário et al., 2006; Santos, 2002, 2008). Ao penalizar-se o erro está-se a cortar a oportunidade de o aluno dar uma resposta pessoal e que resulte de uma tentativa de estruturação e autonomia intelectual, dando-lhe a ideia que tem de reproduzir exatamente aquilo que aprendeu, da forma como aprendeu. Ora, isto não é aprender, é sim memorizar e reproduzir. Esta forma de encarar o erro, e que está associada a um modelo de ensino-aprendizagem de transmissão/reprodução, não ajuda em nada o aluno, porque estrangula o

desenvolvimento de competências (Pinto & Santos, 2006). O aluno tem de raciocinar sobre o que fez e como fez, procurar razões explicativas para o erro e possíveis soluções que assegurem a aprendizagem. Só assim estará no caminho da autorregulação (Fernandes, 2005; Nunziati, 1990; Pinto & Santos, 2006).

Mas os problemas podem não se restringir ao contexto escolar. Há, ainda, a considerar que, por vezes, os alunos mergulham em situações de conflito quando os valores veiculados pelo processo de autoavaliação não correspondem aos que são veiculados pelos seus familiares. Por exemplo, quando em casa o erro é automaticamente identificado e corrigido pelos familiares, quando é considerado como algo a erradicar e não se procura compreender a sua causa será mais difícil para o aluno compreender e aplicar a autoavaliação. Assim, levar à prática esta modalidade de avaliação implica ter em consideração todos estes constrangimentos e desenvolver um trabalho sistemático e paciente.

Um outro aspeto que não podemos ignorar é o facto da reflexão do aluno em relação a si próprio poder afetar a imagem que tem de si. Ora, isto pode ter impactos ao nível da sua autoestima e motivação, pelo que é importante ter alguns cuidados para que este processo não se torne num fator de inibição da progressão, sobretudo, no caso dos alunos que têm uma imagem mais negativa da sua aprendizagem. A autoavaliação deve ser regulada de modo a ressaltar também os aspetos positivos da aprendizagem, dos processos utilizados e dos produtos realizados (Dann, 2002), uma vez que a identificação do que foi bem feito permite aumentar a autoconfiança dos alunos (Brookhart, 2007; Santos, 2008).

Outro aspeto a considerar reside no facto do processo de autoavaliação exigir competências metacognitivas desenvolvidas. Ora, tendo em conta que os alunos que têm mais dificuldades ao nível das atividades cognitivas são aqueles que, geralmente, também têm capacidades metacognitivas menos desenvolvidas, há que ter cuidado para que a autoavaliação não acentue, ainda mais, a desigualdade entre os bons e os maus alunos (Allal, 1999). Há que ajudar os alunos a desenvolver progressivamente as capacidades necessárias para realizar uma autoavaliação, no sentido de regularem, de forma eficaz, a sua própria aprendizagem, dando-lhes oportunidade para a praticar ao longo do currículo, em diferentes contextos (Dann, 2002). Segundo Nunziati (1990), a autoavaliação só pode ter um carácter formativo se for um procedimento sistemático no processo de ensino-aprendizagem, isto é, não pode realizar-se apenas em momentos específicos da ação pedagógica, tem de a acompanhar permanentemente.

Por último, Allal (1999) fala-nos das complexidades ligadas ao contexto. Os percursos de autoavaliação realizados num determinado contexto podem não ser úteis noutros contextos (já que as regras do jogo variam muito de professor para professor). Ora, esta situação pode limitar a disposição pessoal do aluno, ou seja, o seu envolvimento poderá ser comprometido. Este problema pode ser ultrapassado através da formação de professores e do desenvolvimento de programas que englobem as várias disciplinas do currículo.

Síntese

Numa era em que se pretende, acima de tudo, que se aprenda a aprender, a aprendizagem autorregulada assume uma importância inquestionável porque pressupõe que o aluno consiga regular a sua cognição, metacognição, motivação e comportamento, a fim de atingir os objetivos. Numa primeira fase, deve ocorrer a ativação do conhecimento relevante, a identificação do que se sabe e não se sabe de modo a selecionar as estratégias apropriadas. Durante a fase da execução ocorre a monitorização do desempenho e na fase da autorreflexão verificam-se os resultados de uma determinada ação estratégica em função dos critérios de sucesso (Zimmerman, 2002).

Quando se pretende desenvolver esta competência (aprendizagem autorregulada), a avaliação deve ser utilizada para fomentar a progressão e/ou o redirecionamento da aprendizagem. Neste caso, estamos perante uma avaliação reguladora (Boavida & Barreira, 2008; Hadji, 1994; Perrenoud, 1999). Ela pode ser externa (como é o caso da avaliação formativa e da co-avaliação) ou interna (como é o caso da autoavaliação). No entanto, esta última modalidade deverá ser privilegiada, uma vez que os alunos só serão capazes de se transformar em intervenientes ativos e responsáveis pela sua própria aprendizagem quando tomam consciência das suas capacidades e dificuldades (Nunziati, 1990; Santos, 2008).

A autoavaliação envolve a análise do que foi feito, com a identificação da diferença entre a produção e o que era esperado face aos critérios de avaliação, a identificação do que deve ser feito e a revisão da produção. Neste sentido pressupõe, não apenas uma reflexão sobre o que foi feito (produtos) e como foi feito (processos), mas também a subsequente reformulação. Para que se desenrole é fundamental que os

critérios de avaliação sejam partilhados. Tal pode ser feito uni ou bilateralmente, isto é, o professor informa ou negocia-os com os alunos. A segunda forma tem a vantagem de incluir e corresponsabilizar os alunos no processo avaliativo, ajudando-os a apropriarem-se mais facilmente dos critérios (Gipss, 1999; Santos, 2002), ou seja, a compreendê-los, valorizá-los e aplicá-los.

Há que recorrer a estratégias e instrumentos que favoreçam essa apropriação para que se criem representações comuns e os critérios sejam interiorizados pelos alunos. Quando tal se verifica, geralmente, os alunos identificam mais eficazmente os pontos fortes e fracos dos seus processos e produtos, têm melhores desempenhos, ficam mais motivados e também menos ansiosos e desenvolvem a competência de autorregulação (Andrade & Du, 2007; Dann, 2002; Rust, Price & O'Donovan, 2003).

Atendendo a que o processo de autoavaliação exige uma grande autonomia, e nem sempre os alunos a têm, dever-se-á recorrer à autoavaliação regulada (Santos, 2002). Assim, o professor deverá criar contextos de aprendizagem e utilizar estratégias que promovam o seu desenvolvimento. De facto, verifica-se que este processo é lento e exige um trabalho continuado e sustentado (Black et al., 2003).

Uma das estratégias a que se poderá recorrer é a utilização de feedback que: i) ajude a clarificar o que é um bom desempenho; ii) dê informação acerca das aprendizagens dos alunos de modo a potenciar a diminuição do fosso entre as que foram realizadas e as que são pretendidas; iii) encoraje um diálogo, interiorização e partilha de responsabilidades na regulação das aprendizagens e na avaliação. Para que tal se verifique, devem ter-se alguns cuidados relativamente à forma, ao conteúdo e ao *timing* em que é fornecido, devendo constituir um meio de comunicação (e não uma imposição) que questione o aluno e aponte pistas de ação (Bruno, 2006; Nicol & Macfarlane-Dick, 2006).

Por último, há que promover o desenvolvimento da metacognição para que os alunos reflitam sobre o seus próprios pensamentos e ações, conheçam o seu ato de aprender e detetem, de forma independente, os seus erros (Figueira, 2003; Lafortune & Saint-Pierre, 1998; Lopes da Silva, 2004; Papaleoutiou-Louca, 2003).

CAPÍTULO 5

Metodologia

Este capítulo, organizado em cinco secções, descreve e justifica a metodologia adotada neste estudo. Na primeira secção fundamento a orientação metodológica seguida. Na segunda, caracterizo os participantes e explico de que forma foram selecionados os alunos que deram origem aos estudos de caso. Na terceira e quarta secções, dou a conhecer e fundamento os procedimentos e técnicas de recolha de dados (a observação, a entrevista, o questionário e a recolha documental) e de análise de dados, respetivamente, e, na quinta, os procedimentos adotados para conferir qualidade ao estudo, incluindo as questões éticas.

Opções metodológicas

Seguidamente, descrevo e justifico a utilização de uma abordagem qualitativa/interpretativa e a realização de um estudo de caso coletivo. Para além disso, discuto o meu papel, enquanto professora-investigadora, fundamentando as decisões tomadas.

Abordagem qualitativa/interpretativa

Uma investigação baseia-se numa orientação teórica. O modo de entender o mundo e as asserções que as pessoas têm sobre o que é importante orientam o pensamento e a investigação (Bogdan & Biklen, 1994). O conjunto de asserções, conceitos e proposições que guiam um estudo constitui o paradigma de investigação

(Bogdan & Biklen, 1994). Cohen, Manion e Morrison (2000) distinguem três paradigmas: o normativo (positivista), o interpretativo e o crítico.

No paradigma positivista a natureza da realidade percebida é única e objetiva. O investigador assume uma posição neutra, independente, situando-se externamente ao objeto de investigação. As finalidades da investigação prendem-se com a testagem de hipóteses e a identificação de relações causais e funcionais, pelo que é fundamental controlar variáveis. Procura-se generalizar, recorrendo-se frequentemente a uma amostra representativa e aleatória e a métodos de recolha e análise de dados quantitativos.

O paradigma interpretativo assenta numa perspectiva relativista da realidade, uma vez que esta é encarada como uma construção por parte dos atores sociais através da interpretação que fazem dos acontecimentos e fenómenos do presente e do passado. Assumindo-se a realidade como uma construção individual, não é possível estabelecer-se uma separação nítida entre o investigador e aquilo que ele está a estudar, pelo que as interpretações realizadas têm necessariamente marcas do mesmo. Procura-se compreender e interpretar uma dada situação num dado contexto, de uma forma holística, penetrando no mundo pessoal dos sujeitos. Para tal, recorre-se a amostras pequenas e não estatisticamente representativas, já que não se pretende generalizar, e empregam-se fundamentalmente técnicas qualitativas, descritivas, nas quais o investigador, enquanto participante, se torna no principal instrumento de investigação.

No paradigma crítico a realidade é encarada como dinâmica, evolutiva e interativa. Tem como finalidade a transformação das estruturas das relações sociais, isto é, tenta-se dar resposta a problemas, assumindo-se a investigação educacional como um meio emancipatório e transformador das organizações e processos educativos. Assim, procura-se compreender, interrogar, criticar e transformar, utilizando uma metodologia orientada para a prática educativa que perspetiva a mudança e a tomada de decisões com base na investigação avaliativa e na investigação-ação.

Tendo em conta que deve existir uma forte coerência entre o paradigma e o problema do estudo optei por uma abordagem interpretativa. O principal objetivo do paradigma interpretativo é descrever aprofundadamente e compreender o mundo subjetivo da experiência humana (Cohen, Manion & Morrison, 2000; Lichtman, 2006). Neste sentido, as questões que lhe estão associadas incidem na atribuição de

significados, na compreensão e na interpretação. Tendem a ser questões do tipo “porquê” e “como” (Lichtman, 2006).

Este autor, usando a terminologia “investigação qualitativa”, define-a como “uma forma de conhecer que assume que o investigador recolhe, organiza e interpreta a informação (usualmente em palavras ou imagens) com os seus olhos e ouvidos como filtros” (Lichtman, 2006, p. 23). Envolve frequentemente a realização de entrevistas profundas e/ou a observação dos seres humanos no seu ambiente natural e social. Tal é o meu propósito ao procurar compreender o processo de aprendizagem da Física e Química através da autorregulação mediada pela apropriação de critérios de avaliação.

Alguns autores apontam algumas características da investigação qualitativa, das quais se destacam as seguintes:

1. *Natureza naturalista.* A fonte direta dos dados é o ambiente natural procurando-se estudar os fenómenos, tal como eles existem, em vez de se criarem situações artificiais e/ou de se procurar manipular variáveis (Bogdan & Biklen, 1994; Lichtman, 2006; Patton, 1990).
2. *Contacto direto e pessoal.* O investigador é o principal instrumento de recolha de dados (Bogdan & Biklen, 1994; Lichtman, 2006). Este tipo de investigação envolve um contacto direto e próximo com o indivíduo, a situação ou o fenómeno em estudo, uma vez que é através do investigador que os dados são recolhidos, a informação é reunida e que as realidades são construídas (Lichtman, 2006; Patton, 1990).
3. *Interesse nos pontos de vista dos participantes.* Em investigação qualitativa procura-se compreender o modo como os participantes interpretam as suas experiências e como estruturam o mundo social em que vivem. Assim, ao se ter em conta as experiências do ponto de vista dos participantes acede-se, de certa forma, à dinâmica interna das situações (Bogdan & Biklen, 1994). Atendendo a que o objetivo central da investigação qualitativa é descrever e compreender o comportamento humano, é fundamental ouvir os sujeitos, observá-los a interagir e pensar acerca do significado que vai para além, que está por de trás e à volta das suas palavras (Lichtman, 2006).
4. *Natureza descritiva e profunda.* Os dados são recolhidos na forma de palavras e não na forma de números (Bogdan & Biklen, 1994; Lichtman, 2006). Consistem fundamentalmente em citações de pessoas, descrições de

situações, eventos, interações e atividades (Patton, 1990). São ricos em pormenores descritivos, uma vez que se pretende compreender profundamente poucas coisas, em vez da compreensão superficial de muitas (Lichtman, 2006).

5. *Visão holística*. Envolve o estudo de um fenómeno como um todo já que se assume que o todo é maior do que a soma das partes. Cada caso, evento ou fenómeno em estudo é tratado como uma entidade única, com o seu significado particular que está relacionado com o contexto no qual está inserido (Lichtman, 2006; Patton, 1990).
6. *Interesse nos processos*. Os investigadores preocupam-se mais com os processos do que com os resultados ou produtos (Bogdan & Biklen, 1994).
7. *Análise indutiva*. A análise dos dados realiza-se partindo do concreto em direção ao abstrato, isto é, recorrendo a uma lógica indutiva (Lichtman, 2006). Os investigadores utilizam os dados recolhidos para compreender as múltiplas inter-relações entre as dimensões que emergem dos dados sem fazer suposições prévias acerca de relações entre variáveis definidas e operacionalizadas (Patton, 1990). Não se procura testar hipóteses construídas previamente, mas construir um quadro que vai ganhando forma à medida que se recolhem e analisam os dados (Bogdan & Biklen, 1994). Deste modo, a teoria emerge através da atribuição de um significado aos dados recolhidos (Strauss & Corbin, 1998).
8. *Flexibilidade*. O processo de investigação qualitativa não é linear, envolve avanços e retrocessos entre a recolha e a análise de dados. Isto é, a investigação qualitativa pode ter múltiplos pontos de partida. O estudo pode iniciar-se com um interesse numa determinada situação/fenómeno mas, à medida que a recolha e análise de dados ocorre, pode alterar-se a sua direção (Lichtman, 2006). Assim, o investigador tem de estar aberto para proceder a adaptações na sua investigação (Patton, 1990).

De facto, o estudo realizado tem uma natureza naturalista na medida em que não foram operacionalizadas variáveis e os dados foram recolhidos em ambiente natural. Foi o contacto direto e próximo com os alunos que possibilitou a recolha de dados e a interpretação, compreensão e explicação dos fenómenos em estudo. Tendo em conta que este trabalho visa compreender o modo como os alunos apropriam os critérios de

avaliação e desenvolvem competências, o interesse assenta nos processos por eles desencadeados, e não apenas nos produtos finais. O registo das interações aluno-aluno e professor-aluno durante a realização das tarefas, assim como as entrevistas realizadas aos alunos que constituíram os casos, tiveram um papel fulcral na compreensão desses processos e das razões que os levaram a agir de determinada forma.

Recorri a uma diversidade de fontes de informação para adquirir uma visão holística do problema em estudo, considerando o contexto dos acontecimentos. Assim, foi possível fazer a interpretação dos fenómenos de uma forma descritiva e pormenorizada, recorrendo às transcrições dos registos áudio, aos questionários, às notas de campo e aos documentos escritos (essencialmente, os relatórios e respetivas reflexões escritas). Por último, adotei uma estratégia indutiva para a análise de dados tendo as categorias de análise emergido da mesma. Não procurei testar hipóteses, mas construir abstrações a partir da organização dos dados e interpretação dos resultados.

Estudo de caso

O estudo de caso visa compreender fenómenos complexos, preservando as características holísticas e significativas dos acontecimentos da vida real (Yin, 2002). De acordo com Merriam (1988), “um estudo de caso é uma descrição e análise intensivas e holísticas de uma instância particular, de um fenómeno ou de uma unidade social” (p. 21). A essa instância, fenómeno ou unidade social designamos por caso. Assim, um caso consiste num sistema delimitado por uma fronteira definida (Stake, 2000). Tanto pode ser um objeto ou entidade com uma identidade clara, pequeno (por exemplo, um aluno) ou grande (por exemplo, uma escola), como um evento, uma atividade ou um processo (Johnson & Christensen, 2004). Um estudo de caso procura descrever e analisar o caso de uma forma holística. Neste sentido, o investigador procura compreender de que forma operam a multiplicidade de dimensões presentes numa determinada situação ou problema para compreender o sistema (o caso) como um todo (Johnson & Christensen, 2004; Ludke & André, 1986). Contudo, apesar de se delimitar a matéria em estudo, é necessário ter em consideração a relação da vizinhança com o sistema, ou seja, é necessário fazer-se uma interpretação em contexto e ter em conta a sua história (Bogdan & Biklen, 1994; Ludke & André, 1986).

Segundo Merriam (1988), o estudo de caso, em particular o estudo de caso qualitativo, “é o *design* ideal para compreender e interpretar observações de fenómenos

educacionais” (p. 2). Yin (2002) acrescenta que este é o método de investigação adequado quando o tipo de questões do estudo tratam o “como” e o “porquê”, quando não existe controlo sobre os acontecimentos, isto é, quando não existe manipulação de variáveis e quando se focam fenómenos que ocorrem no momento do estudo. Neste sentido, é uma abordagem adequada para compreender uma situação tal como ela é, e não para o estudo de situações de intervenção conduzidas pelo investigador. Atendendo a que as características deste estudo satisfazem todas as condições descritas anteriormente optei pelo *design* de estudo de caso realizado no quadro de um paradigma interpretativo. Considerei que uma análise profunda de um reduzido número de alunos seria a abordagem mais adequada para este estudo.

Apesar de os estudos de caso poderem ter uma natureza qualitativa, quantitativa ou mista, os primeiros são os mais comuns (Stake, 2000). Alguns autores apontam algumas características dos estudos de caso qualitativos enquanto método de investigação e produto dessa investigação, das quais se destacam as apresentadas por Hitchcock e Hughes (1995) : i) o investigador está integralmente envolvido com o caso; ii) procura-se compreender a perspetiva dos participantes relativamente aos eventos; iii) envolve uma descrição rica e viva dos eventos relevantes para o caso e fornece uma descrição cronológica dos mesmos; iv) dá ênfase a eventos específicos que são relevantes para o caso; v) combina a descrição dos eventos com a sua análise.

O estudo de caso pode ter vários propósitos. Pode pretender essencialmente descrever um caso quando há um interesse intrínseco no próprio caso. Este tipo é denominado estudo de caso descritivo por Yin (2002) e estudo de caso intrínseco por Stake (2000). Pode servir para obter informação preliminar acerca de um determinado tema de interesse e, nesse caso, é exploratório. E pode procurar desenvolver uma nova teoria ou confrontá-la com teoria já existente. Aqui, o caso, em si, tem um interesse secundário; a importância dele está relacionada com o facto de facilitar a compreensão de um dado fenómeno, sendo, portanto, um meio para compreender um determinado assunto. Também se realiza uma análise profunda e detalhada do caso, atendendo ao contexto em que se insere, mas nesta situação para promover a compreensão do ponto de interesse (externo ao caso). Este designa-se estudo de caso analítico (Yin, 2002) ou instrumental (Stake, 2000).

Stake (2000) acrescenta, ainda, a designação de estudo de caso múltiplo ou coletivo, em que se estudam vários casos para investigar um fenómeno, população ou

condição geral. Assim, trata-se do estudo de caso analítico ou instrumental estendido a vários casos. Podem realizar-se dois ou três estudos de caso quando é necessária uma análise relativamente profunda e os recursos disponíveis são limitados, ou um número mais elevado quando não é necessária uma análise tão profunda ou quando existem mais recursos disponíveis (Johnson & Christensen, 2004).

Os estudos de caso múltiplos possibilitam a realização de um estudo comparativo entre os vários casos, identificando-se semelhanças e diferenças entre eles, o que permitirá uma melhor compreensão e, possivelmente, uma melhor teorização (Johnson & Christensen, 2004; Stake, 2000). Neste sentido, Yin (2002) propõe a realização, sempre que possível, de estudos de caso múltiplos. Porém, estes têm como desvantagem o facto de, geralmente, ser sacrificada a profundidade da análise realizada. Assim, há que procurar encontrar o balanço ideal entre a profundidade e detalhe versus abrangência e informação comparativa relativamente ao fenómeno que estamos a estudar.

Nesta investigação estudei dois casos com o intuito de acrescentar novos elementos que enriqueçam o conhecimento acerca do processo desenvolvimento de competências mediado pela apropriação dos critérios de avaliação, portanto, trata-se de um estudo de caso coletivo, de cariz instrumental.

O papel da investigadora

Ao longo do primeiro ano de recolha de dados assumi o papel de professor-investigador (Alarcão, 2001), porque fui, simultaneamente, professora da turma estudada e investigadora. Este tipo de investigação, impulsionada pelas preocupações, dilemas, problemas e interesses dos próprios professores em relação à sua própria prática, implica reflexões profundas, novas formas de pensar, de compreender, de agir e de equacionar os problemas (Oliveira & Serrazina, 2002). Envolve um questionamento consciente da própria prática, uma vontade de compreender, uma disponibilidade para olhar para os acontecimentos de outra forma (Ponte, 2003).

Através da investigação na própria prática os professores constroem conhecimento, tomam decisões baseadas num corpo de conhecimentos sólido e melhoram a sua prática profissional (Berger, Boles & Troen, 2005; Yogeve & Yogeve, 2006). Neste sentido, a investigação pode constituir-se como um meio de

desenvolvimento profissional porque pode proporcionar significativas implicações na prática docente (Lankshear & Knobel, 2008; Ponte, 2002, 2004).

De acordo com Crawford e Adler (1996), Carrasquinho (2007), entre outros, existem poucas evidências de que muito do conhecimento gerado pelos investigadores universitários tenha efeitos nas práticas de ensino-aprendizagem. Os primeiros autores salientam que a forma como a aprendizagem ocorre (consoante ela resulte da própria investigação, da leitura da investigação de outros ou do ensino) determina, quer a qualidade do conhecimento adquirido, quer a atividade dos docentes. O conhecimento adquirido através da leitura de estudos realizados por outros investigadores e através do ensino não conduz necessariamente a uma mudança na forma de entender a realidade ou a uma ação subsequente. Porém, uma investigação realizada com o intuito de resolver dilemas ou responder a questões que são do interesse do próprio origina um tipo de conhecimento diferente, que é pessoal (Crawford & Adler, 1996; Zeichner & Noffke, 2001). Para além disso, quando a investigação envolve algum tipo de inovação curricular gera-se conhecimento acerca de como agir para que uma determinada mudança ocorra. Esse conhecimento é particularmente importante porque facilita a ocorrência dessa mudança (Crawford & Adler, 1996). Assim, parece fazer todo o sentido que se criem condições para que os professores investiguem no contexto da sua prática letiva.

A partir da análise dos artigos apresentados numa conferência israelita sobre educação (Yogev & Yogev, 2006) verificou-se que muitos dos assuntos e populações estudados pelos professores do ensino básico e secundário foram menos frequentemente estudados pelos investigadores universitários. Os primeiros focaram principalmente os programas de ensino, enquanto as investigações dos segundos se enquadraram fundamentalmente em temas como o currículo e o ensino, as políticas educativas e a psicologia educacional. Assim, parece que a investigação realizada pelos professores não universitários poderá ser muito importante na medida em que pode preencher um hiato na investigação educacional.

Quando partilhada com a comunidade educativa, a investigação da própria prática constitui uma mais-valia não apenas para o professor, mas também para toda a comunidade porque pode gerar conhecimento sobre os processos educativos e mostrar caminhos que se podem seguir para a mudança curricular e renovação da prática de professores (Ponte, 2002, 2003). Zeichner e Noffke (1998) vão mais além ao

argumentarem que a investigação realizada por professores não deve ser encarada apenas como um enriquecimento do conhecimento coletivo acerca do problema e fenómenos em estudo, mas como um desafio às formas de conhecimento existentes.

Um grupo de trabalho constituído por profissionais que têm estudado a sua prática (GTI) considera que esta atividade os tem ajudado a conhecer melhor o que está envolvido na atividade de professor como investigador, a desenvolver a capacidade de reflexão sobre a sua prática, a capacidade de comunicação, a sua autoconfiança e a experimentar, em diversas situações, uma sensação de desenvolvimento profissional (Ponte, 2004). Assim, os professores não devem simplesmente ficar à espera que lhes sejam fornecidas, por elementos exteriores, soluções para os problemas com que se defrontam (Ponte, 2003). Muitas vezes, o seu bom senso, a boa vontade e a experiência profissional não são suficientes para os resolver de forma satisfatória. Neste sentido, colocar em diálogo a teoria e a prática e investigá-la é fundamental para compreender os problemas e, posteriormente, resolvê-los, agindo de forma consistente e argumentada (Ponte, 2002). Bodgan e Biklen (1994) também defendem o desempenho simultâneo do papel de professor e investigador, na medida em que:

Os professores, ao agirem como investigadores, não só desempenham os seus deveres, mas também se observam a si próprios, dão um passo atrás e distanciam-se dos conflitos imediatos, tornam-se capazes de ganhar uma visão mais ampla do que se está a passar. (p. 286)

Apesar de muitos autores salientarem as potencialidades do desempenho deste duplo papel, a legitimidade da investigação na própria prática tem gerado muitas controvérsias e a sua aceitação tem ocorrido lentamente (Anderson & Herr, 1999). As principais críticas identificadas na literatura por Zeichner e Noffke (2001) são o facto de: i) os professores não estarem treinados para desenvolver investigação, isto é, não estarem familiarizados com as técnicas básicas de investigação; ii) os grupos estudados não serem representativos de uma população maior, e; iii) a dupla função de professor e investigador ser demasiado exigente. É difícil os professores terem tempo para fazer investigação e, quando a conseguem realizar, desviam a atenção da sua principal função, que é o ensino.

No que diz respeito à primeira crítica, há a salientar que o processo de recolha de dados deste estudo foi precedido de uma delineação detalhada e fundamentada da metodologia a adotar. Esta foi discutida, não só com as orientadoras, mas também com

um júri no âmbito da apresentação do projeto de tese de doutoramento. O facto de ter frequentado duas disciplinas de metodologias de investigação, de ter apropriado conhecimentos através de diversas leituras e a experiência adquirida com a realização do trabalho empírico do mestrado possibilitaram a aquisição das ferramentas necessárias para desenvolver uma investigação rigorosa.

A segunda crítica baseia-se numa visão positivista de validade externa. No entanto, a grande complexidade das situações educativas, que são vivenciadas por atores humanos, torna difícil (ou quase impossível) a formulação ou comprovação de leis gerais que descrevam os fenómenos (Ponte, 2006). A abordagem que segui, estudos de caso de natureza interpretativa, não visa generalizar em extensão, mas sim, para a teoria. Isto é, visa acrescentar novos elementos que enriqueçam o conhecimento existente acerca dos fenómenos em estudo. Nestas situações, a generalização é feita pelo próprio leitor ao refletir em que medida determinados aspetos se podem ou não aplicar a outros casos que são do seu conhecimento (Merriam, 1988).

A terceira crítica constitui, do meu ponto de vista, o principal obstáculo a que um professor, em exercício de funções, investigue (quer seja na sua prática ou não). Realmente, não é fácil gerir o tempo de forma a que todas as tarefas, quer as que estão associadas à profissão de docente, quer as que estão subjacente à investigação em curso, sejam realizadas da melhor forma. Não senti que tivesse colocado em segundo plano a função de docente. A investigação, por vezes, arrastou-se, no entanto, a possibilidade de me dedicar exclusivamente à análise de dados durante alguns meses permitiu-me chegar a bom porto e também crescer enquanto profissional.

Uma outra crítica que surge com frequência está relacionada com a legitimidade e validade da investigação devido à proximidade entre o investigador e o objeto de investigação. Questiona-se a possibilidade de se realizar uma investigação fiável e isenta de preconceitos, uma vez que é realizada por agentes que estão diretamente implicados nos acontecimentos (Ponte, 2002). Mas, se por um lado, a investigação da própria prática pode envolver alguns cuidados adicionais, por outro, o facto de os professores conhecerem mais profundamente a sua prática, os seus alunos e o contexto educativo confere-lhes vantagens comparativamente com investigadores externos (Yogev & Yogev, 2006). Para além disso, tendo em conta o paradigma em que este estudo assenta, não se pretende escamotear a influência do investigador em todo o

processo de investigação. Ela ocorre e é assumida. Há, no entanto, que refletir acerca da mesma. Foi o que procurei fazer.

Inicialmente, pensei que, ao longo de todo o estudo, assumiria simultaneamente este duplo papel. No entanto, a impossibilidade de realizar o número de tarefas previsto num único ano letivo e de ter continuidade pedagógica no ano letivo seguinte (porque fui colocada noutra escola) levou-me a refletir sobre as vantagens e desvantagens de continuar a recolher dados por mais um ano letivo com os alunos que transitaram para o 11.º ano, nomeadamente aqueles que constituíram os casos.

A docente que lecionou a disciplina de Física e Química a estes alunos no 11.º ano tinha trabalhado comigo ao longo de quatro anos. Neste período discutimos problemas, partilhámos recursos e também chegámos a construir alguns colaborativamente. Mantivemos o contacto e a partilha de recursos mesmo quando trabalhámos em escolas diferentes. O à vontade que existe entre as duas e o facto de ser uma pessoa extremamente aberta a inovar e a partilhar a “sua” sala de aula comigo levou-me a considerar que estariam reunidas as condições necessárias para que o meu papel, durante as aulas em que fossem desenvolvidas as tarefas, não fosse assim tão diferente relativamente ao primeiro ano de recolha de dados. De facto, tal acabou por se verificar. Nas aulas em que fiz observação participante (como será descrito mais pormenorizadamente posteriormente), senti que os alunos olhavam para mim como mais uma professora que estava dentro da sala de aula, interagindo de forma idêntica com as duas.

Considereei, ainda, que o facto de esta docente desenvolver, por vezes, nas suas aulas, tarefas de carácter investigativo e a experiência que tínhamos a trabalhar colaborativamente facilitariam a implementação de tarefas na mesma linha das que tinham sido concretizadas no primeiro ano de recolha de dados. Assim, o guião da quarta tarefa, embora tenha sido concebido por mim, foi alvo de algumas sugestões, tendo a versão final ficado do agrado das duas. Pareceu-me que, quer a docente, quer os alunos, encararam esta tarefa como sua, e não como uma tarefa extra realizada no âmbito de uma investigação.

A docente participante concordou em possibilitar aos alunos a realização de uma segunda versão do relatório e sugeriu que fosse eu a fornecer o feedback escrito à primeira versão (apesar de se disponibilizar para opinar em relação ao mesmo). Tal permitiu aproximar os métodos utilizados nos dois anos letivos. Porém, a necessidade

de atribuir uma classificação à primeira versão do relatório da quarta tarefa (para que a mesma fosse considerada nas classificações do primeiro período) antes da realização da segunda versão pareceu-me ter contribuído para que, de um modo geral, comparativamente com o ano anterior (em que as classificações foram atribuídas apenas à última versão), os alunos assumissem uma postura um pouco diferente (menos empenhada) no processo de reformulação.

Em suma, embora fossem necessariamente introduzidas alguns diferenças relativamente ao primeiro ano de recolha de dados e não tivesse sido possível observar todas as aulas que desejava, considerei vantajoso prolongar o período de realização do estudo e analisar um maior número de tarefas.

Os participantes

Neste estudo participaram os alunos de uma turma de 10.º e 11.º ano, a professora-investigadora e a professora participante. Apresento, em seguida, a caracterização das professoras e das turmas. Posteriormente, descrevo o modo como foram seleccionados os casos e caracterizo-os relativamente aos critérios de seleção.

As docentes

A docente-investigadora

Tendo em conta que ambicionava ser professora de Física e Química, licenciiei-me em Ensino da Física e da Química (variante Química), na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa em 2003. Realizei o mestrado em Didática das Ciências entre 2004 e 2006, tendo a dissertação incidido na avaliação das aprendizagens. Estudei o feedback fornecido às produções de alunos do 3.º ciclo do ensino básico, na disciplina de Ciências Físico-Químicas.

No início do ano letivo de 2008/09 tinha seis anos de serviço, ao longo dos quais lecionei a disciplina de Física e Química do 7.º ao 11.º ano de escolaridade. Quanto à prática letiva, recorria, ainda, muitas vezes ao ensino por transmissão. Explorava muitos temas envolvendo os alunos em discussões, recorrendo, por vezes, a estratégias de mudança conceptual e às TIC (explorando simulações e animações explicativas de fenómenos físicos ou químicos). Assim sendo, a minha prática ainda estava longe de se

enquadrar totalmente nas perspetivas de ensino-aprendizagem mais atuais. Poder-se-á dizer que era uma prática em mosaico (Pinto & Santos, 2006).

Habitualmente realizava, com os alunos, todas as atividades laboratoriais e experimentais propostas no programa curricular, procurando adaptá-las para introduzir um cariz mais investigativo. Não gostava de as realizar apenas para confirmar o que já tinha sido explicado teoricamente. Procurava que fossem um meio para a construção de conhecimento. Durante a realização das tarefas tentava dar tempo para que os alunos pudessem pensar crítica e criativamente, porém, a gestão do tempo, por vezes, levava-me a responder diretamente às questões colocadas pelos alunos, em vez de os estimular a pensar.

Quanto às práticas avaliativas, no que concerne à avaliação sumativa recorria a instrumentos tradicionais (testes, relatórios, fichas de controlo das atividades laboratoriais, trabalhos de pesquisa e grelhas de observação). Relativamente à avaliação formativa, recorria à observação e interpretação de dados, ao questionamento e, desde que fiz o mestrado, passei a fornecer feedback escrito mais regularmente, possibilitando a entrega de uma nova versão.

Ao longo da minha prática letiva, sempre que apresentei os critérios de avaliação não promovi a sua negociação. Relativamente aos relatórios, usualmente, fornecia um guião com indicações sobre a estrutura e o conteúdo do mesmo, sem no entanto indicar explicitamente os critérios que seriam considerados na sua avaliação. No final de cada período, geralmente, pedia aos alunos que fizessem uma reflexão escrita acerca do seu desempenho relativamente aos critérios de avaliação. À parte destes momentos, apenas solicitava este tipo de reflexão quando os alunos faziam apresentações orais.

A docente participante

A Maria também se licenciou em Ensino da Física e da Química (variante Química) na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa em 1989. Pretendia ter uma profissão “onde não houvesse monotonia e desfrutasse o contato entre pessoas” e, uma vez que Química foi uma das suas disciplinas favoritas no equivalente ao ensino secundário, este curso acabou por ser a sua segunda opção (a primeira foi Medicina). No ano letivo de 2007/2008 fez uma pós graduação de Especialização em ensino na Universidade Aberta.

No início do ano letivo de 2009/10 tinha vinte anos de serviço, tendo tido a experiência de lecionar a disciplina de Física e Química a todos os anos de escolaridade e também a disciplina de Física e a de Química ao 12.º ano. Era professora do quadro da escola onde foi realizado o estudo há onze anos, e por isso, durante esse tempo lecionou apenas no ensino secundário. A sua prática letiva também se podia caracterizar como uma prática em mosaico, apesar de ter como grande preocupação a participação ativa dos alunos na construção de conhecimento: “A minha principal preocupação é induzir os alunos a uma participação ativa no processo de aprendizagem”; “gosto de responsabilizar os alunos e, muitas vezes, são eles que me indicam o caminho” (E). De facto, a partir da observação participante, tive oportunidade de apreciar a flexibilidade com que adaptou a sua planificação ao ritmo de aprendizagem dos alunos.

No que diz respeito ao trabalho laboratorial e experimental, considerava-o fundamental para “motivar os alunos para a investigação em ciência” e promover “aprendizagens eficazes em ciência”. Considerava, ainda, ser muito importante proporcionar aos alunos a oportunidade de manusear os materiais:

O contacto dos alunos com toda a envolvência experimental é fundamental - desde os materiais de uso comum em laboratório aos aparelhos específicos de cada atividade laboratorial, passando até por uma abordagem mais tecnológica. (E)

Geralmente, propunha tarefas que consistiam na resolução de uma questão-problema. Apresentava-as uma semana antes da aula prática para que os alunos a planificassem e tivessem oportunidade de esclarecer dúvidas ao longo da semana. As tarefas investigativas guiadas já eram, assim, uma prática comum. Aliás, a este nível tinha realizado uma ação de formação (oficina) sobre este tema (“Atividades de resolução de problemas e de investigação em Física e Química”) e também participou num programa de formação de professores do 1.º ciclo do ensino básico em ensino experimental das ciências, promovido pela Direção-geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular (ME), em que, inicialmente recebeu formação e, depois, deu formação a professores do primeiro ciclo do ensino básico.

As suas práticas avaliativas eram semelhantes às minhas, apesar de não ser habitual solicitar aos alunos a realização de uma nova versão após a entrega das produções comentadas. Nunca tinha negociado os critérios de avaliação. Apresentava-os e, ao nível do trabalho laboratorial, dava a conhecer aos alunos as listas de verificação

para que se autoavaliassem. Em algumas fichas de trabalho também fornecia uma matriz de autoavaliação.

A turma

Tendo em conta que, no ano letivo de 2008/09, lecionei duas turmas do 10.º ano, a seleção da turma participante teve em consideração, principalmente, a facilidade de recolha de dados. O facto de exercer funções de diretora de turma (DT) levou a que existisse maior compatibilidade de horários nessa turma. Existia um tempo reservado, nos nossos horários, para tratar, quando necessário, de assuntos da turma que nem sempre era utilizado e poderia facilitar a marcação das entrevistas. Para além disso, os resultados dos alunos desta turma nos vários instrumentos de avaliação utilizados até ao momento da seleção foram, de um modo geral, bastante inferiores aos da outra. Pareceu-me mais interessante fazer o estudo com alunos com classificações médias do que com alunos com facilidade em obter bons resultados. Passo, então, a caracterizar a turma seleccionada no ano letivo de 2008/09 e de 2009/10.

No ano letivo 2008/09

A turma inicialmente era constituída por 27 alunos, dos quais dois frequentavam o 10.º ano pela segunda vez. Quinze eram do sexo masculino e doze do sexo feminino, com uma média de idades de 14,8 anos. Durante o primeiro período, quatro alunos mudaram de curso e, no último período, três anularam a matrícula. Assim, no final do ano, a turma tinha apenas vinte alunos matriculados.

No questionário distribuído pela diretora de turma, no início do ano, todos (à exceção de uma aluna) indicaram pretender prosseguir estudos e exercer uma profissão em áreas ligadas principalmente à saúde e à engenharia.

Alguns alunos participavam muito ativamente na dinâmica de sala de aula, mas outros, geralmente, estavam pouco atentos, distraíndo-se com facilidade. Alguns sentiam-se desmotivados com o curso que tinham escolhido e, portanto, ficavam alheios às tarefas propostas. Assim, o ambiente de sala de aula, habitualmente, era algo agitado. No entanto, esta situação foi melhorando ao longo do ano letivo.

Cerca de cinco alunos tinham bastante dificuldade na compreensão e aplicação dos conhecimentos e raramente solicitavam a ajuda. Alguns desistiam facilmente de realizar as tarefas propostas. Duas alunas tinham pouca autonomia e solicitavam o

auxílio da professora muito frequentemente. Cerca de seis alunos trabalhavam de uma forma autónoma e muito empenhada na realização das tarefas propostas, discutindo ideias com os pares e solicitando a ajuda da docente apenas quando necessário. Os restantes iam intercalando a realização das tarefas com alguma conversa, solicitando auxílio pontualmente.

No final do ano letivo, transitaram dezoito alunos. As médias das classificações finais dos alunos da turma nas disciplinas específicas do curso foram: 11,7 quer em Física e Química, quer em Matemática e 12,6 em Biologia e Geologia. Relativamente aos que transitaram, um teve uma classificação de 9 valores, doze tiveram uma classificação entre 10 e 13 e cinco tiveram uma classificação entre 14 e 15 valores na disciplina de Física e Química. Esta era, portanto, uma turma que, globalmente, tinha um aproveitamento satisfatório.

No questionário inicial, em que os alunos revelaram as suas perceções acerca da Física e da Química, indicaram que estas são ciências que estudam a matéria existente no mundo que os rodeia, explicando fenómenos do dia-a-dia. De entre os 26 alunos que responderam ao questionário, 22 disseram gostar de Física e Química. A principal razão apresentada (por dezanove alunos) relaciona-se com o facto de se estudarem coisas interessantes, que dão resposta às suas curiosidades. Alguns valorizaram também a realização de experiências (seis alunos) e a aplicação de expressões matemáticas (dois alunos). Dois escreveram que não gostavam das duas áreas (Física e Química) e outros dois que não gostavam de uma delas por sentirem dificuldades. Um deles acrescentou o facto de as teorias e leis se alterarem.

Quanto ao que mais gostavam de fazer nas aulas de Física e Química, a atividade experimental foi a estratégia eleita pelos alunos, tendo sido referida por praticamente todos (excepto um). Três alunos também referiram gostar de resolver exercícios e outros três de estudar a teoria e aprender coisas novas.

Relativamente aos seus métodos de estudo, dez escreveram que liam os seus apontamentos, cinco que liam o livro e/ou as fichas/slides do PowerPoint, seis acrescentaram que, antes de começar a fazer exercícios, liam e tentavam compreender a teoria. A resolução de exercícios foi referida por dezasseis alunos. Quatro indicaram que faziam esquemas e uma aluna que recorria à memorização (entre outras estratégias).

Quanto às conceções sobre avaliação, para a maioria destes alunos, avaliar era sinónimo de classificar. Sete alunos indicaram que a primeira ideia que lhes vinha à

cabeça quando ouviam falar de avaliação era a classificação. Fizeram referência, com muita frequência, aos parâmetros ou instrumentos de avaliação considerados para a atribuição da classificação no final do período: os testes de avaliação (catorze alunos), o comportamento (quatro alunos), os trabalhos para casa (dois alunos) e a participação (um aluno). Quatro alunos associavam à palavra avaliação o estudo ou esforço e três alunos as dúvidas acerca do seu desempenho, o medo e/ou preocupação. Houve até quem a considerasse um problema (dois alunos).

Na perspectiva dos alunos a avaliação serve fundamentalmente para: i) saber quais são as capacidades ou competências dos alunos, em que nível se encontram (onze alunos); ii) saber se perceberam ou não a matéria, se adquiriram ou não os conhecimentos que se pretendiam (onze alunos), e; iii) classificar (cinco alunos).

Quando questionados sobre o papel da avaliação na aprendizagem, a maioria dos alunos (vinte um) considerou que esta os ajuda a aprender porque: i) é através dela que identificam os erros e aquilo que não sabem (cinco alunos) e percebem porque razão erraram (um aluno), ii) os encaminha e os ajuda a estudar (quatro alunos); iii) fomenta o estudo, isto é, estudam para se prepararem para os momentos de avaliação sumativa (quatro alunos), iv) quando recebem uma classificação negativa ou um resultado que não vai ao encontro das suas expectativas esforçam-se mais (seis alunos); v) ao conhecerem as regras do jogo, orientam-se melhor (dois alunos).

No ano letivo 2009/10

A dezassete alunos que transitaram e permaneceram nesta escola juntaram-se seis provenientes de outra turma que foi desmembrada (porque tinha funcionado mal como grupo-turma no 10.º ano de escolaridade) e três que repetiam o 11.º ano. Nesta turma, o número de alunos do sexo feminino era igual ao do sexo masculino e a média de idades era 16 anos. No questionário aplicado pela diretora de turma no início do ano, as disciplinas mais frequentemente apontadas como aquelas em que os alunos sentiam dificuldades foram a Física e Química (indicada por treze alunos) e a Matemática (indicada por dez alunos). Dos 26 alunos, dois indicaram que não pretendiam prosseguir estudos após o ensino secundário.

Tratava-se de uma turma heterogénea. Se, por um lado, alguns alunos se envolviam no processo de ensino-aprendizagem, por outro, outros mantinham um comportamento desestabilizador, criando, por vezes, um clima de instabilidade que

dificultava a criação de condições adequadas à aprendizagem. Alguns tinham pouca autonomia e sentido de responsabilidade. Assim, a docente procurou adotar várias estratégias com o intuito de criar um ambiente de sala de aula que promovesse o desenvolvimento de capacidades e competências de todos os alunos, verificando-se que, ao longo do ano letivo, estes foram-se envolvendo de uma forma mais ativa, estabelecendo-se um clima de trabalho mais harmonioso.

Os casos

A primeira decisão a tomar é o número de casos a estudar. Essa escolha é condicionada fundamentalmente pela profundidade que se deseja e pelos recursos disponíveis (Johnson & Christensen, 2004). Tendo em conta os objetivos desta investigação, seria favorável acompanhar de perto um reduzido número de alunos. Como pretendia entrevistá-los após a realização do relatório de cada tarefa e fazer uma análise profunda foi necessário fazer uma seleção. Inicialmente, decidi estudar três alunos por considerar que era uma dimensão de trabalho à qual conseguiria dar resposta. Assim sendo, os casos eram três alunos, não como pessoas, na sua totalidade, mas numa dimensão específica: no desenvolvimento de competências mediado pela apropriação dos critérios de avaliação de relatórios de Física e Química sobre tarefas investigativas.

Porém, na fase da análise profunda dos dados (depois de constituir os dois primeiros casos) optei por não avançar com a constituição do terceiro, devido: i) à dimensão dos dois casos já constituídos; ii) ao tempo disponível e; iii) ao facto de os dois casos analisados apresentarem resultados diferentes que poderiam contribuir para a compreensão do fenómeno em estudo. Para além disso, a análise preliminar do terceiro caso não apontava para a emergência de resultados que viessem a acrescentar aspetos importantes para a compreensão do fenómeno em estudo.

Segundo Yin (2002), antes de começar a recolha de dados, é necessário definir um conjunto de critérios para seleccionar os casos. Lichtman (2006) distingue três tipos de casos: i) casos considerados típicos; ii) casos considerados exemplares e; iii) casos considerados não usuais, únicos ou especiais de alguma forma. Porém, qualquer que seja o tipo, o importante é obter descrições detalhadas e ricas. Daí que Stake (2000) sugira a seleção do caso que consideramos ser aquele com o qual podemos aprender mais.

Qualquer aluno da turma representava uma possibilidade de caso a estudar, por isso, foi preciso definir critérios. A disponibilidade demonstrada para participar no estudo e a facilidade de comunicação foram dois dos principais critérios considerados. O facto de ser simultaneamente a professora da turma e de o estudo se ter iniciado um mês e meio depois de as aulas terem começado possibilitou a identificação daqueles que tinham maior facilidade em expressar as suas ideias. A participação dos alunos em sala de aula e as produções realizadas até ao momento foram as principais fontes de informação consideradas. Para além disso, as conversas informais que tive com os alunos permitiram identificar os que demonstravam interesse e disponibilidade para participar no estudo.

Tendo em conta que um dos aspetos que se pretende compreender é o modo como um investimento na apropriação dos critérios de avaliação pode favorecer o desenvolvimento de competências, nomeadamente de autoavaliação, considerei que teria interesse acompanhar alunos que, inicialmente, evidenciassem dificuldade em refletir sobre o trabalho desenvolvido ou sobre as aprendizagens realizadas. Para tal, foram utilizadas as seguintes fontes de dados: i) uma reflexão escrita. No final de uma aula pedi aos alunos que respondessem às questões: Qual ou quais o(s) tema(s) abordados na aula de hoje? O que aprendeste na aula? Que dificuldades sentiste?, e; ii) o relatório individual realizado no âmbito da primeira tarefa (*A procura das propriedades da areia*) e a respetiva reflexão escrita.

Com base no primeiro documento (identificado com a sigla B), selecionei os alunos que demonstraram pouca capacidade em refletir sobre as aprendizagens realizadas e em identificar as suas dificuldades. A partir do segundo documento, identifiquei os que fizeram uma reflexão pouco concordante com a sua produção. Tal como vimos anteriormente, vários estudos (por exemplo, Andrade & Du, 2007; Kirby & Downs, 2007; Tara, 2003) evidenciam que, geralmente, os alunos têm dificuldade em se autoavaliar quando não se faz um investimento na apropriação dos critérios de avaliação, por isso, podemos considerar que os casos selecionados são típicos.

Considerando os alunos que satisfaziam todos os critérios referidos anteriormente, selecionei os três casos variando o género, o nível de desempenho e o envolvimento na utilização do feedback para os diversificar. No que diz respeito ao nível de desempenho, utilizei como fonte de dados as classificações nos instrumentos de avaliação aplicados na disciplina de Física e Química até ao momento da seleção. Como pretendia realizar

uma recolha de dados prolongada no tempo não selecionei alunos com uma classificação média inferior a dez valores porque, nestas circunstâncias, havia uma maior probabilidade de a recolha ficar comprometida face a uma possível decisão de mudar de curso.

O envolvimento na utilização do feedback escrito foi um dos critérios considerado porque esta seria uma das ferramentas a utilizar para promover a apropriação dos critérios de avaliação. O facto de seleccionar alunos cujos relatórios da primeira tarefa sofreram poucas melhorias entre as duas versões permitiria levantar e explorar questões sobre as razões pelas quais o feedback escrito tinha sido pouco formativo e de que forma se poderia facilitar a apropriação dos critérios de avaliação nestes casos.

Com base nos critérios referidos, foram seleccionados dois rapazes e uma rapariga, um com uma média de classificações satisfatória e outros dois próximas do bom. Entre estes três alunos, um teve bastante sucesso a melhorar a primeira versão do relatório da primeira tarefa e os outros dois tiveram uma progressão satisfatória. O Quadro 5.1. associa cada uma destas características aos respetivos alunos.

Quadro 5.1.
Caracterização dos alunos que constituíram os casos

Crítérios diferenciadores	Gustavo	Sara	José
Desempenho (classificações)	Médio	Médio-Bom	Bom
Envolvimento na utilização de feedback	Bom	Satisfatório	Satisfatório

O Gustavo obteve uma classificação média de doze valores nos vários instrumentos de avaliação utilizados em Física e Química até à data da seleção dos casos. No que diz respeito à utilização do feedback escrito na primeira versão do relatório da primeira tarefa, pode considerar-se que o seu envolvimento foi bastante bom já que, dos vinte comentários feitos, dezasseis (80%) estão associados a alterações que contribuíram para a melhoria da segunda versão.

A análise do balanço escrito realizado numa das aulas sugere que o Gustavo tinha dificuldade em refletir sobre as suas aprendizagens. Limitou-se a enumerar os assuntos abordados e não explicitou qualquer dúvida (embora tenha indicado que as teve e que procurou esclarecê-las):

Abordámos o tema dos modelos quânticos do átomo, estudando o número quântico principal, o número quântico secundário e o número quântico magnético, através de uma ficha com uma tabela que fomos preenchendo conforme íamos dando a matéria (...)

Conforme a professora ia explicando, ia tendo várias dúvidas, mas, perguntava, e consegui esclarecê-las. (B)

Da análise do relatório da primeira tarefa e da respetiva reflexão escrita verifica-se que metade dos juízos de valor feitos pelo aluno (relativamente aos critérios que analisou) não estão concordantes com a sua produção. Tal evidencia dificuldades na confrontação entre a produção e os critérios de avaliação.

A Sara obteve uma classificação média de treze valores. No que diz respeito à utilização do feedback escrito na primeira versão do relatório da primeira tarefa, teve um desempenho satisfatório. Dos vinte e três comentários feitos, doze (52%) estão associados a alterações que contribuíram para a melhoria da segunda versão. Relativamente ao balanço escrito, apontou como dificuldades fundamentalmente aspetos que não foram memorizados:

Na aula de hoje não consegui decorar o nome dos físicos e as datas em que desenharam os modelos atômicos. Ainda não sei qual a forma do modelo quântico secundário quando é 1 e 2.

Quando o modelo quântico secundário é 1 e 2 têm as letras p e d, mas não sei a correspondência.

Ainda não sei todas as órbitas seguidas do menos energético p/a o mais. Talvez com o esquema que aprendemos na aula consiga, mas devo-me enganar, por não ter praticado. (B)

De um modo geral, a descrição das aprendizagens realizadas, para além de se pautar por várias falhas de rigor, foca pormenores acerca do modelo quântico, mas omite aspetos fulcrais acerca da relação entre os números quânticos e as características das orbitais:

Aprendi que quando o modelo quântico secundário é zero tem forma esférica.

O modelo quântico secundário é calculado através do modelo quântico menos um.

O modelo quântico de spin pode mover-se em duas direções (+1/2, -1/2)
(B)

O facto de este tipo de lacunas não ter sido identificado e, em vez disso, terem sido apontadas apenas falhas de memorização, sugere alguma dificuldade em identificar

os aspetos que não foram apropriados. Para além disso, confrontado o relatório da primeira tarefa com a reflexão escrita que a Sara fez, verifica-se que 33% dos juízos de valor não estão concordantes com a sua produção, o que vem apoiar o que foi dito anteriormente.

O José² obteve uma classificação média de catorze valores e teve um desempenho satisfatório na utilização do feedback escrito na primeira versão do relatório da primeira tarefa. Onze dos vinte e um comentários feitos (52%) estão associados a alterações que contribuíram para a melhoria da segunda versão. Relativamente ao balanço escrito, evidenciou alguma dificuldade em identificar especificamente os itens que não foram apropriados, uma vez que grande parte da aula foi dedicada ao estudo dos número quânticos e ele apenas referiu que não os compreendeu bem: “Não compreendi muito bem os n° quântico que caracterizam a orbital e o electrão” (B).

Na reflexão escrita que fez sobre o relatório da primeira tarefa, atribuiu o nível máximo à introdução e à conclusão, justificando que tinha introduzido tudo, o que não corresponde à realidade. Quanto às restantes secções do relatório, atribuiu o nível três, justificando “porque posso me ter esquecido de detalhes” (ou de “alguma conta”, no caso dos resultados). Para além de não ter identificado os itens em falta, nem sempre as lacunas se prenderam com a falta de completude/desenvolvimento/argumentação. Assim sendo, estes dados também apontam para dificuldades no processo de autoavaliação.

Procedimentos e técnicas de recolha de dados

Com este estudo pretendi compreender o modo como alunos do ensino secundário apropriam os critérios de avaliação de relatórios de Física e Química e qual o contributo dessa apropriação nas aprendizagens e, em particular, no desenvolvimento de competências investigativas e da competência de autoavaliação. Para tal, recorri a várias fontes de dados, utilizadas frequentemente em investigação qualitativa, de modo a que se complementassem (Bogdan & Bicklen, 1994). Os procedimentos e técnicas de

² Atendendo a que a análise preliminar dos dados apontava os dois primeiros casos como os mais interessantes, foi por esses que comecei e, pelas razões já apresentadas, este caso acabou por não ter sido constituído.

recolha de dados utilizados foram a observação, o inquérito, através de entrevista e de questionário, e a recolha documental. Em seguida, descrevo e fundamento cada um deles.

A observação

A observação é uma técnica que permite recolher dados em situações “vivas”, isto é, o observador tem oportunidade de recolher dados *in situ*. Em estudos qualitativos e interpretativos ela tem uma natureza fundamentalmente naturalista, isto é, decorre no contexto natural do fenómeno em estudo (Silverman, 2001). O recurso a esta técnica permite adquirir informações sobre o contexto, o que é essencial para se obter uma perspetiva holística do fenómeno em estudo e ver coisas que de outra forma poderiam passar despercebidas (coisas sobre as quais os participantes não têm consciência) ou que poderiam não ser abordadas livremente nas entrevistas (por opção do entrevistado). Permite também ir além das perceções seletivas dos participantes (Cohen, Manion & Morrison, 2000; Patton, 1990). Neste sentido, trata-se de uma ferramenta que possibilita a obtenção de dados normalmente não acessíveis por outras técnicas (Cohen, Manion & Morrison, 2000).

Neste estudo, os dados obtidos através da observação tiveram um papel fulcral na análise de dados na medida em que uma observação dos alunos “em ação” forneceu informações muitíssimo relevantes para a compreensão do modo como apropriam os critérios de avaliação e desenvolvem competências investigativas e de autoavaliação. Por um lado, não seria possível obter muitas dessas informações através de outras técnicas. Por outro, alguns dados recolhidos permitiram levantar questões a ter em consideração no decurso do estudo. Para além disso, a confrontação entre as observações e as perspetivas veiculadas pelos alunos durante as entrevistas permitiu enriquecer a análise dos dados.

Consoante o grau de envolvimento do investigador com o fenómeno em estudo, as observações podem ser classificadas em participante e não-participante, embora exista um contínuo entre estas duas posições extremas (Merriam, 1998). Enquanto na observação não-participante não existe qualquer contacto direto entre o investigador e os participantes, na observação participante o investigador faz parte do grupo a ser estudado, está envolvido no contexto em que decorre o estudo e, simultaneamente,

procura compreender o fenómeno que lhe interessa. Esta proximidade com os participantes visa desenvolver uma visão interna do que está a acontecer (Patton, 1990).

O tipo de observação a realizar depende fortemente do paradigma subjacente ao estudo e das questões que o orientam. Nesta investigação, utilizei fundamentalmente a observação participante porque as interações com os alunos possibilitam uma melhor compreensão dos processos que utilizam, assim como das dificuldades que surgem durante o desenvolvimento da tarefa e do respetivo relatório e reflexão escrita.

No primeiro ano de recolha de dados, desempenhei, simultaneamente, o papel de docente da disciplina e de investigadora, por isso, não seria possível realizar outro tipo de observação. No segundo ano, embora não tivesse assumido este duplo papel, o facto de ter sido a docente da maioria dos alunos da turma no ano letivo anterior e o à-vontade que tinha com a docente participante contribuiu para que tivessem reunidas as condições necessárias para continuar a realizar observação participante.

As formas de registo que utilizei para apoiar a observação foram o registo áudio e as notas de campo. Enquanto as últimas são um registo seletivo de eventos, um gravador permite captar de uma forma mais fidedigna e completa o discurso dos participantes, pelo que estes dois instrumentos de recolha de dados se complementam. Silverman (2001) aponta algumas vantagens do recurso ao gravador: o facto de as gravações serem públicas, poderem ser ouvidas várias vezes e transcritas e de preservarem a sequência pela qual os participantes falam. Elas facilitam a compreensão da forma como os participantes organizam as suas ideias.

Para além de ser imprescindível obter o consentimento informado dos participantes (e, neste caso, também dos seus encarregados de educação) e preservar a sua privacidade, é fundamental que estes se sintam confortáveis com o facto de estarem a ser gravados e, assim, se minimize o seu carácter obstrutivo. Neste sentido, tive o cuidado de informar os alunos acerca dos procedimentos éticos que seriam seguidos, salientando que as gravações não seriam utilizadas para a avaliação das suas aprendizagens nem teriam qualquer outro fim que fosse para além da investigação.

No que diz respeito à primeira tarefa, que foi realizada individualmente e decorreu antes da seleção dos casos, fiz-me acompanhar do gravador, por isso, foram captadas primordialmente as interações alunos-professora. Durante o desenvolvimento das restantes tarefas (e respetivos relatórios), foi colocado um gravador na mesa de cada um dos grupos/díades de trabalho dos quais faziam parte os alunos que constituíram os

casos. Deste modo, registaram-se as interações entre os alunos e com a(s) professora(s). Os registos foram transcritos³ por mim quase integralmente, excluindo apenas diálogos sobre temas alheios à tarefa.

Quanto às notas de campo, estas servem para efetuar um registo sistemático de observações que, de outro modo, ficariam apenas na memória, perdendo objetividade ao longo do tempo. Permitem que permaneçam “vivos” dados, sentimentos e experiências associados à investigação. Podem ser a única forma de registo ou ser utilizadas para complementar outras, como foi o caso. Segundo Bodgan e Biklen (1994), devem incluir, tanto dados formais e precisos da realidade concreta, como preocupações, análises, sensações e decisões, isto é, devem contemplar aspetos descritivos e reflexivos. Estas notas são “o relato escrito daquilo que o investigador ouve, vê, experiencia e pensa no decurso da recolha e reflectindo sobre os dados de um estudo qualitativo” (p. 150). Assim sendo, devem ser registadas as informações sobre o pensamento e reações do investigador relativamente àquilo que está a ser estudado e os seus efeitos no próprio e nos outros (Lichtman, 2006).

É através dos olhos do investigador que os dados são recolhidos e interpretados. Os conhecimentos, experiências pessoais, as impressões e os sentimentos do observador tornam-se parte dos dados a ser utilizados na compreensão e interpretação do fenómeno em estudo, o que faz com que o trabalho do investigador seja uma expressão daquilo que ele é e daquilo em que se está a tornar (Lichtman, 2006; Ludke & André, 1986; Patton, 1990). Tal não deve ser encarado como uma limitação, simplesmente há que ter consciência disso. A introspeção e a reflexão têm um papel muito importante neste tipo de investigação, pelo que devem ser alvo de registo sistemático ao longo do estudo.

Quando se realiza observação participante, retirar notas de campo ao mesmo tempo que se observa não é tarefa fácil, ainda para mais quando se é simultaneamente professor e investigador, por isso, optei por fazê-lo depois de cada aula, tão cedo quanto possível. Elas contemplam algumas informações sobre o contexto que envolveu as tarefas (por exemplo, os assuntos que tinham sido previamente abordados, o modo como foram introduzidas), uma descrição das atividades realizadas, do comportamento dos alunos e da(s) professora(s) no decurso do desenvolvimento das tarefas, dos

³ As siglas usadas para identificar os dados recolhidos através das transcrições destes registos áudio são indicadas no Quadro 5.2., entre parêntesis.

relatórios e respectivas reflexões escritas e da sua discussão aquando da devolução da última versão. O registo das dificuldades sentidas pelos alunos, das minhas intervenções e dos seus efeitos foi também frequente.

As notas de campo incluem, para além disso, as minhas reflexões sobre o processo de ensino-aprendizagem, nomeadamente, sobre os instrumentos produzidos e as estratégias utilizadas, em particular, aquelas que foram usadas para promover a apropriação dos critérios de avaliação. Muitas vezes, estas reflexões deram origem a novas ideias e a sugestões, por exemplo, ao nível da planificação das tarefas ou alterações a fazer na rúbrica. As notas de campo serviram, ainda, para registar tópicos que considerava pertinente abordar em entrevistas.

As observações ocorreram entre novembro de 2008 e janeiro de 2010, perfazendo um total de treze aulas e três sessões extra-aula (duas delas utilizadas para concluir a elaboração do relatório da terceira tarefa e uma para reformular a primeira versão do relatório da quarta tarefa). Incluem a aula em que foram negociados os critérios de avaliação e aquelas em que foram desenvolvidas as quatro tarefas⁴. Em relação às duas primeiras tarefas, foram também observadas as aulas em que a última versão dos relatórios foi devolvida e discutida com os alunos. Relativamente à segunda tarefa, essa discussão envolveu, ainda, a análise da compilação das melhores partes dos relatórios dos alunos (relatório-exemplo). Nestas aulas, que envolveram a discussão no grupo-turma, utilizei apenas um gravador que se manteve junto a mim.

Relativamente à terceira tarefa, em que o relatório foi desenvolvido fora do horário letivo, não foi possível estar presente durante todo o período em que os alunos estiveram reunidos, no entanto, o gravador manteve-se sempre ligado. No que diz respeito à quarta tarefa⁵, por incompatibilidade de horários, foi impossível estar presente nas duas aulas que sucederam aquela em que foi desenvolvida a tarefa e que se destinaram à realização dos relatórios. Porém, foram registadas em áudio as interações entre os alunos e com a professora. Relativamente a esta tarefa, foram também registadas, em áudio, as interações entre os alunos quando se reuniram, fora do horário letivo, na biblioteca da escola, para reformular a primeira versão do relatório.

⁴ Embora se tivessem realizado cinco tarefas, a insuficiência de dados recolhidos durante a realização dos relatórios da última tarefa justifica a decisão de a excluir da análise de dados.

⁵ Nesta tarefa, tendo em conta que participaram duas professoras, nas transcrições identifiquei a professora participante com a sigla Prof. e a mim própria com a sigla Inv.

Há ainda a acrescentar que realizei observação não participante da aula que precedeu a realização da quarta tarefa para que os alunos (essencialmente os que não tinham sido meus alunos no ano letivo anterior) encarassem com naturalidade a minha presença nas aulas seguintes.

O Quadro 5.2. ilustra os aspetos essenciais que foram descritos anteriormente complementando-os com a indicação da data e o local das observações.

Quadro 5.2.

Indicação da data, local e atividades observadas e caracterização do tipo de observação e do registo áudio realizado

	Atividade	Data	Local	Observação	
1ª tarefa	- Apresentação da tarefa e discussão dos critérios de avaliação (T1_A1)	24/11/08			
	- Desenvolvimento da tarefa e início da elaboração do relatório (T1_A2)	26/11/08	SA	P	GP
	- Entrega e discussão da 2ª versão dos relatórios (T1_A3)	17/12/08			
2ª tarefa	- Desenvolvimento da tarefa (T2_A1)	14/01/09	B	P	GC
	- Elaboração do relatório (T2_A2 e T2_A3)	15 e 19/01/09	SA	P	GC
	- Entrega e discussão dos relatórios e do relatório-exemplo (T2_A4)	11/02/09	SA	P	GP
3ª tarefa	- Apresentação da tarefa (T3_A0)	11/05/09	SA	P	---
	- Desenvolvimento da tarefa e início da elaboração do relatório (T3_A1)	13/05/09	SA	P	GC
	- Elaboração do relatório (T3_S1 e T3_S2)	15 e 18/05/09	B	P/A ⁶	GC
4ª tarefa	- Aula que precedeu o desenvolvimento da tarefa	19/11/09	SA	NP	---
	- Desenvolvimento da tarefa (T4_A1)	20/11/09	SA	P	GC
	- Elaboração da primeira versão relatório (T4_A2 e T4_A3)	24 e 27/11/09	SA	A	GC
	- Elaboração da segunda versão do relatório (T4_S1)	6/01/10	B	A	GC

Local: SA - Sala de aula; B – biblioteca.

Características da observação:

P - Participante; NP - Não participante; A - Não participante (investigadora ausente)

GP - Gravador próximo da professora; GC - Gravadores junto a cada aluno constituído caso

⁶ No caso do Gustavo, o grupo desenvolveu o relatório fora da escola, por isso, estive ausente. No caso da Sara, o grupo desenvolveu o relatório na biblioteca tendo sido possível estar presente uma parte do tempo.

A entrevista

A entrevista é uma técnica de recolha de dados que permite ao investigador envolver-se num diálogo ou conversa com os participantes com o intuito de obter informações relevantes para a investigação em curso (Lichtman, 2006). Através da interação, comunicação e discussão de ideias entre duas ou mais pessoas acerca de um tema, produz-se um conhecimento mais profundo acerca dos pontos de vista dos informantes e as razões que os levam a assumi-los, por isso “a entrevista é utilizada para recolher dados descritivos na linguagem do próprio sujeito, permitindo ao investigador desenvolver intuitivamente uma ideia sobre a maneira como os sujeitos interpretam aspectos do mundo” (Bodgan & Bilken, 1994). Ela permite que o informante revele sentimentos, intenções, significados e pensamentos sobre um tópico ou situação (Lichtman, 2006). De acordo com Lankshear e Knobel (2008), esta técnica de recolha de dados constitui a melhor forma de aceder às opiniões, crenças e valores dos participantes. Isto porque as suas perspetivas, a forma como organizam o mundo e o significado que atribuem ao que se passa, muitas vezes, não são acessíveis através da observação (Patton, 1990).

Decidi realizar entrevistas aos alunos que constituíram os casos para aceder às suas perspetivas, na voz dos próprios e obter dados que pudessem complementar os que foram recolhidos por meio de observação e de recolha documental. Estas focaram primordialmente o trabalho desenvolvido durante a realização das tarefas e, em particular, dos relatórios e reflexões escritas.

As entrevistas podem ser classificadas quanto ao tipo, em estruturadas, semiestruturadas ou não estruturadas (Bodgan & Biklen, 1994; Burns, 2000). Nas entrevistas estruturadas são formuladas questões a diferentes participantes utilizando exatamente as mesmas palavras e pela mesma ordem. Este procedimento visa eliminar a influência do investigador e introduzir objetividade para que os dados sejam sistemáticos e comparáveis (Patton, 1990). Através destas entrevistas podemos quantificar, codificar as respostas e utilizar modelos matemáticos para explicar os resultados (Fontana & Frey, 2000). Neste sentido, este não será o tipo de entrevista mais adequado em investigação interpretativa (Lichtman, 2006).

Nas entrevistas semiestruturadas estipulam-se uma série de tópicos a explorar com o entrevistado, no entanto, as questões podem variar de acordo com a situação. Geralmente, utiliza-se um guião que funciona como uma *checklist* para garantir que

todos os tópicos são abordados, contudo, o investigador tem a liberdade de colocar questões que lhe permitam elucidar e esclarecer determinados aspetos que lhe pareçam relevantes ou abordar pontos de discussão importantes que não tenham sido previstos. Assim, esta abordagem, embora siga uma linha orientadora, permite desenvolver questões, sequenciá-las e tomar decisões acerca da informação a explorar (Bogdan & Biklen, 1994; Lankshear & Knobel, 2008; Patton, 1990).

As entrevistas não estruturadas assemelham-se a uma conversa informal em que as questões são geradas de forma espontânea à medida que a conversa flui. Tendo em conta que estas não são pré-determinadas, os dados obtidos não permitem a comparação entre diferentes participantes (Patton, 1990).

Para cada situação existem tipos de entrevista mais adequados do que outros (Fontana & Frey, 2000). Neste estudo optei por realizar entrevistas semiestruturadas aos alunos porque pretendia focar determinados aspetos previamente definidos com flexibilidade. Realizei cinco entrevistas individuais a cada um dos alunos que constituíram os casos. As primeiras quatro decorreram após a devolução dos relatórios das quatro tarefas estudadas. A primeira, segunda e quarta entrevistas realizaram-se, respetivamente, um, dois e quatro dias depois da aula em que a última versão do relatório foi entregue aos alunos. A terceira entrevista só foi possível realizar passado um mês. A quinta entrevista realizou-se após o término do período letivo de 2009/10.

A marcação das entrevistas (local e horário) foi realizada tendo em conta a disponibilidade e conveniência dos alunos. Estas decorreram maioritariamente em salas de aula (vazias), no entanto, a quinta entrevista teve lugar na biblioteca municipal e, no caso do Gustavo, a terceira entrevista foi realizada num jardim pouco movimentado próximo de sua casa. Todas contaram apenas com a minha presença e do aluno a ser entrevistado e tiveram uma duração que variou entre 30 e 90 minutos. A maioria demorou aproximadamente uma hora.

Antes do início das primeiras quatro entrevistas (que focaram a análise dos relatórios) coloquei, em cima da mesa, o relatório do aluno que estava a ser entrevistado (podendo incluir uma ou duas versões), a rubrica/grelha com os critérios de avaliação e o guião para a elaboração do relatório. No caso da entrevista relativa à segunda tarefa, disponibilizei, ainda, o relatório-exemplo. Os alunos tiveram, assim, oportunidade de consultar estes documentos, no decorrer da entrevista, sempre que consideraram pertinente.

Para orientar as entrevistas construí um guião (anexo 17). Este é constituído por questões gerais, no entanto, para cada entrevista fiz uma adenda com tópicos específicos que pretendia abordar, tópicos estes que resultaram da análise das produções de cada um dos alunos que constituíram os casos.

A elaboração do relatório de uma tarefa não se pode dissociar do desenvolvimento da mesma. A forma como os alunos desenvolvem a tarefa, o modo como se organizam, as dificuldades que surgem, a forma como as ultrapassam (ou não) tem fortes implicações no relatório que é produzido. Neste sentido, o primeiro grupo de questões diz respeito à exploração da tarefa.

O segundo grupo de questões diz respeito à elaboração do relatório. A forma como foi elaborada cada uma das versões, o modo como foram utilizados alguns instrumentos durante o seu desenvolvimento (tais como o guião de elaboração do relatório, a rubrica ou a grelha com os critérios de avaliação, o relatório-exemplo, os relatórios anteriores), as perspetivas dos alunos sobre a forma como correu, as dificuldades que surgiram e a forma como as procuraram ultrapassar e os aspetos que procuraram ter em atenção face às aprendizagens realizadas nas tarefas anteriores.

Com o terceiro grupo de questões procuro incidir especificamente no processo de apropriação dos critérios de avaliação e de autoavaliação. Assim, antes de cada entrevista, fiz uma primeira análise dos relatórios e das respetivas reflexões escritas para incluir questões que possibilitassem clarificar alguns dos processos utilizados, esclarecer determinadas reflexões e compreender os seus fundamentos. Neste grupo, as questões acompanharam a estrutura do próprio relatório, incidindo, ordenadamente, sobre cada uma das partes que o constitui. As questões formuladas promoveram a análise de cada uma das secções e, no caso das tarefas em que foram elaboradas duas versões, também uma análise comparativa. Procurei que os alunos identificassem, em termos gerais, os pontos fortes e fracos, justificando os seus pontos de vista, solicitando, em seguida, a confrontação entre a produção e cada um dos critérios de avaliação. Por vezes, questionei os alunos sobre o que poderiam fazer (e como) para melhorar a produção relativamente às lacunas identificadas, procurando compreender se os aspetos menos conseguidos resultavam de uma compreensão deficiente dos critérios de avaliação, da sua desvalorização ou de dificuldades de aplicação. Em algumas situações, principalmente naquelas em que a escrita avaliativa não conduziu à

reformulação esperada, procurei compreender a interpretação que fizeram do feedback escrito e as razões subjacentes ao que foi alterado (ou não) entre as duas versões.

Pedi, ainda, aos alunos que esclarecessem as reflexões escritas que tinham realizado (que justificassem os níveis atribuídos e as suas afirmações) e/ou que fizessem uma análise crítica das mesmas. Estas questões foram colocadas especialmente quando as análises feitas pelos alunos foram pouco claras ou vagas ou quando se verificou um desfasamento entre a apreciação e a produção.

O quarto, quinto e sexto grupo de questões volta a ser mais geral. Incide: i) na identificação de dificuldades na apropriação dos critérios de avaliação (nomeadamente na compreensão e aplicação dos mesmos) e na forma como estas foram ou não superadas; ii) no contributo de várias estratégias (nomeadamente, a interação com os colegas e o feedback) para essa apropriação e; iii) nas perspetivas dos alunos sobre as aprendizagens realizadas com o processo de autoavaliação.

Na primeira entrevista foram realizadas duas questões extra: uma sobre a experiência dos alunos a se autoavaliar e outra sobre as suas perspetivas acerca das potenciais vantagens de se terem discutido os critérios de avaliação antes da entrega da rúbrica. Na quinta entrevista, realizada no final do segundo ano letivo em que foram recolhidos os dados, procurei aceder às perspetivas dos alunos sobre a autoavaliação (a sua função, a identificação dos procedimentos que lhes estão subjacentes, a satisfação que tiveram ao realizá-la, o seu contributo para o desenvolvimento dos relatórios) e ao contributo que a participação neste estudo possa ter tido fora do contexto das tarefas realizadas.⁷ O guião desta entrevista encontra-se no anexo 18.

Em todas as entrevistas formulei fundamentalmente questões abertas para encorajar os alunos a dar as suas opiniões, a descrever as suas experiências, o que pensavam e o que sentiam, recorrendo às técnicas de questionamento sugeridas por Lichtman (2006). Assim sendo, fiz questões que fomentavam o desenvolvimento das ideias dos informantes (que solicitavam a clarificação, a explicação ou a argumentação do que havia sido dito/escrito) e que procuravam confirmar o que foi dito para ter uma maior confiança na interpretação das suas palavras. Procurei não direcionar as respostas dos

⁷ Embora a quinta entrevista também tivesse incidido na análise do relatório da quinta tarefa, consideraram-se apenas os dados recolhidos sobre os assuntos indicados, tendo em conta que se decidiu analisar apenas os dados recolhidos relativamente às quatro primeiras tarefas investigativas.

alunos, tentando adotar uma postura neutra para não os incitar a seguir uma determinada direção e dar tempo para que pudessem pensar e estruturar as suas respostas.

A forma de se colocar uma questão tem uma grande influência nas respostas dos informantes (Fontana & Frey, 2000). Neste sentido, procurei satisfazer as necessidades da investigação e, simultaneamente, estabelecer uma conversa espontânea, amigável, com uma linguagem adaptada a cada aluno (Fontana & Frey, 2000; Yin, 2002). Mantive uma postura atenta e interessada e tive cuidado com a linguagem não verbal (movimentos faciais, expressões, intensidade de voz) para que os alunos pudessem seguir o seu próprio raciocínio e transmitir as suas perspetivas.

Tendo em conta que, no primeiro ano de recolha de dados, os participantes eram meus alunos, o que poderia condicionar as suas respostas, esclareci que as informações recolhidas iriam ser utilizadas única e exclusivamente no âmbito da investigação, frisando os procedimentos éticos que seriam adotados, nomeadamente o direito à privacidade. Estes esclarecimentos e a indicação dos objetivos das entrevistas foram abordados, tanto no início do estudo, como no início das primeiras entrevistas, de forma a promover a obtenção de respostas francas dos alunos.

As entrevistas foram registadas em áudio⁸ e, posteriormente, transcritas na íntegra. Este tipo de registo permite captar mais informação (todo o discurso, entoação, hesitações, autocorreções, etc.) e dá ao investigador maior disponibilidade para estar atento às respostas dos participantes e, assim, poder encorajar o desenvolvimento de temas importantes que venham a surgir no decurso da entrevista (Lankshear & Knobel, 2008). Para além disso, possibilita tomar-se mais atenção aos aspetos não verbais (gestos, expressões faciais) que fornecem informações adicionais não menos importantes.

A acrescentar às entrevistas que foram realizadas aos alunos que constituíram os casos, foi, ainda, realizada uma à professora participante com o propósito de obter as informações necessárias para fazer a sua caracterização (o guião da entrevista encontra-se no anexo 19). Esta focou o seu percurso profissional, as perspetivas e práticas de ensino-aprendizagem e, em particular, de avaliação. Optei por realizar a entrevista por email por uma questão de facilidade. Os dados recolhidos numa entrevista face a face e

⁸ A sigla usada para identificar os dados recolhidos através das transcrições destes registos áudio é a letra E seguida do número da entrevista.

que não são possíveis recolher neste tipo de entrevista não eram relevantes para este estudo.

O questionário

Um questionário é uma lista organizada de perguntas a partir do qual é possível obter-se diversos tipos de informações, tais como interesses, motivações e concepções das pessoas. A sua estrutura deve ser escolhida em função do tamanho da amostra. Para amostras pequenas podem utilizar-se questionários menos estruturados e com questões mais abertas mas, à medida que a amostra aumenta, torna-se conveniente ser mais estruturado e fechado (Cohen, Manion & Morison, 2000). Em estudos qualitativos, e mais especificamente nos estudos de caso, é mais apropriado utilizarem-se questionários menos estruturados e com maior grau de abertura para captar a especificidade de uma situação em particular (Cohen, Manion & Morison, 2000). Neste estudo, utilizei dois questionários, um no início e outro no final do trabalho empírico. Foram aplicados a todos os alunos da turma do 10.º e do 11.º ano, uma vez que os casos estão inseridos num contexto específico que é necessário ter em conta.

O questionário inicial é constituído apenas por questões abertas (anexo 15). Através dele pretendi obter dados para fazer a caracterização da turma e dos casos. Incide nas concepções e práticas dos alunos em relação à disciplina de Física e Química, à avaliação e aos critérios de avaliação, em particular. Foi distribuído no dia 31 de outubro de 2008 (antes da realização da primeira tarefa) e foi respondido por 26 alunos.

O questionário final é constituído por uma questão fechada e as restantes oito são abertas (anexo 16). Através dele pretendi perceber se se alteraram as concepções dos alunos acerca do que são os critérios de avaliação e para que servem (mediante a comparação com as respostas fornecidas no questionário inicial). Para além disso, pretendi obter as suas opiniões sobre alguns aspetos relacionados com o estudo. Neste sentido, solicitei a realização de uma reflexão acerca do investimento na apropriação dos critérios de avaliação, com a descrição: i) do papel de cada instrumento/estratégia na compreensão dos critérios de avaliação; ii) da forma como estes recursos foram utilizados para elaborar os relatórios, e; iii) das possíveis tensões entre os critérios de avaliação e os padrões autoimpostos. Solicitei, ainda, uma análise do eventual desenvolvimento da competência de autoavaliação ao longo dos dois anos letivos.

O segundo questionário foi distribuído pela professora participante que lecionou a disciplina de Física e Química no 11.º ano de escolaridade à turma participante, em junho de 2010. Foram apenas analisadas as respostas dos alunos que participaram no estudo durante os dois anos letivos (2008/10), o que corresponde a treze alunos⁹, porque pretendia estabelecer uma comparação entre algumas respostas do questionário final com o inicial e conhecer as perspetivas dos alunos que participaram ao longo de todo o estudo.

A recolha documental

Embora a abrangência da definição de documentos varie de autor para autor, assumi que estes consistem em materiais escritos que podem ser utilizados como fonte de informação e que não resultam do recurso a outros procedimentos de recolha de dados, como as transcrições de entrevistas ou dos registos áudio que acompanham as observações (Ludke & André, 1986). Alguns materiais fornecem apenas detalhes factuais, enquanto outros podem fornecer descrições ricas acerca do modo como as pessoas que os elaboraram pensam acerca do mundo (Bogdan & Bicklen, 1994). O recurso a documentos é útil e apresenta várias vantagens porque são uma fonte estável que pode ser consultada várias vezes, são gerados num determinado contexto e, portanto, fornecem informações em relação ao mesmo, geralmente são facilmente acessíveis, têm um baixo custo e complementam os dados recolhidos através de outras técnicas (Guba & Lincoln, 1985). Podem apoiar interpretações realizadas com base em dados recolhidos através de outras fontes ou, quando tal não se verifica, podem levantar questões que poderão ser retomadas em momentos subsequentes da recolha de dados (Yin, 2002).

Os documentos utilizados como fontes de dados foram: i) os relatórios dos alunos que constituíram os casos (incluindo o feedback escrito) e as respetivas reflexões escritas¹⁰; ii) documentos oficiais (os questionários realizados pelas diretoras de turma no início de cada ano letivo, o perfil das turmas e as pautas de avaliação); iii) as grelhas de avaliação referentes aos instrumentos de avaliação sumativos implementados na

⁹ Uma aluna anulou a matrícula à disciplina de Física e Química no segundo período do 11.º ano e três alunos faltaram à aula em que o segundo questionário foi aplicado.

¹⁰ No caso da Sara há a acrescentar o registo da conversa que manteve com o seu par *on-line* para reformular o relatório da segunda tarefa.

disciplina de Física e Química até outubro de 2008; iv) o balanço das aprendizagens realizado pelos alunos no final de uma aula de Física e Química. Os dois últimos documentos foram utilizados para selecionar os casos, como foi referido anteriormente. Os questionários realizados pelas diretoras de turma e as pautas de avaliação dos alunos que constituíram os casos permitiram complementar a sua apresentação. O perfil das turmas (elaborado com base nos questionários) foi utilizado na caracterização das mesmas.

Os documentos elaborados pelos participantes (quer consistam numa resposta direta a uma solicitação do investigador, quer tenham sido realizados com outro propósito) permitem aceder a alguns pensamentos, ideias e significados atribuídos pelos mesmos (Lichtman, 2006). Neste estudo, os relatórios e respetivas reflexões escritas constituíram uma fonte de informação muito relevante. Estes produtos finais são o resultado de uma apropriação dos critérios de avaliação mais ou menos conseguida. Neste sentido, a sua análise permitiu identificar os parâmetros que foram mais conseguidos e aqueles que ficaram aquém das expectativas. Por isso, conduziram à emergência de questões sobre a forma como os critérios de avaliação foram apropriados, as dificuldades sentidas (quais foram e a que se deveram) e sobre a confrontação que os alunos fizeram entre a produção e os critérios de avaliação. Todas estas questões permitiram orientar a recolha de dados, assinalando, por exemplo, tópicos a abordar nas entrevistas, ou salientando aspetos a ter em atenção em observações subsequentes. Para além disso, complementaram a análise dos dados e possibilitaram uma apresentação de resultados mais profunda, detalhada e coesa, assente na complementaridade entre os dados recolhidos através das várias fontes.

Por último, uma análise comparativa dos relatórios produzidos ao longo do estudo favoreceu a análise do processo de desenvolvimento de competências e a compreensão dos avanços e retrocessos no processo de apropriação dos critérios de avaliação.

Síntese

A recolha de dados decorreu entre outubro de 2008 e junho de 2010. Iniciou-se com a recolha de documentos para a seleção dos casos e terminou com a entrevista final realizada a cada um deles. Ao longo do estudo, utilizaram-se várias técnicas de recolha de dados, conforme se observa no quadro seguinte: i) observação dos alunos na realização das tarefas e respetivos relatórios e reflexões escritas; ii) entrevistas aos

alunos que constituíram os casos após a devolução do relatório de cada tarefa e no fim do estudo, bem como a entrevista à professora participante; iii) questionários aplicados aos alunos no início e no final do trabalho de campo; iv) relatórios e reflexões escritas, documentos oficiais, grelhas de avaliação de Física e Química e o balanço escrito realizado pelos alunos.

Quadro 5.3.

Recolha de dados: técnicas, fontes e tipos de dados recolhidos

Técnicas	Fontes	Tipos de dados recolhidos
Observação	Alunos e professora(s)	Notas de campo Gravação áudio (e transcrição)
Entrevista	Alunos (casos) Professora participante	Gravação áudio (e transcrição) Email
Questionário	Alunos	Questionário inicial e final
Recolha documental	Alunos (e professora-investigadora)	Relatórios e reflexões escritas
	Alunos e DTs	Documentos oficiais
	Professora-investigadora	Grelhas de avaliação
	Alunos	Balanço escrito das aprendizagens

Procedimentos e técnicas de análise de dados

A análise de dados consiste na interação entre os investigadores e os dados recolhidos, em organizar e dar sentido a todo o material obtido. É ciência e, simultaneamente, arte. Ciência, porque é necessário manter o rigor, e arte porque é um processo eminentemente criativo (Strauss & Corbin, 1998). Apesar de existir uma série de procedimentos que podem promover o rigor e uniformização deste processo, há que usá-los de forma criativa e flexível (Lichtman, 2006; Merriam, 1988; Patton, 1990; Strauss & Corbin, 1998).

Segundo Bogdan e Biklen (1994), a análise de dados “envolve o trabalho com os dados, a sua organização, divisão em unidades manipuláveis, síntese, procura de padrões, descoberta dos aspetos importantes e do que deve ser aprendido e a decisão

sobre o que vai ser transmitido aos outros” (p. 205). Goetz e LeCompte (1984) acrescentam que este processo passa também por comparar, confrontar, agregar, ordenar, estabelecer relações e especular. A maioria dos autores (por exemplo, Bogdan & Bicklen, 1994; Lichtman 2006; Miles & Huberman, 1994) sugere que, a um primeiro nível, a análise acompanhe a recolha de dados num processo iterativo, isto é, que não ocorram em fases distintas, nem constituam um processo linear. Este primeiro nível de análise, realizado à medida que se recolhem os dados, permite levantar questões importantes a ter em conta nos momentos de recolha de dados subsequentes.

Atendendo a estas recomendações, a partir da realização da primeira tarefa, dei início à análise dos dados, ainda que de um modo pouco aprofundado e estruturado. Tal como referi anteriormente, a reflexão sobre as observações e os documentos recolhidos (essencialmente, os relatórios e as reflexões escritas) permitiram destacar alguns aspetos e levantar questões, o que foi fundamental para a orientação do trabalho subsequente, tanto ao nível da planificação das tarefas que se seguiram, incluindo modificações da rubrica, como ao nível da recolha de dados, por exemplo, com a identificação de aspetos a observar mais atentamente e de questões a colocar aos alunos nas entrevistas.

A primeira análise realizada às produções dos alunos, que precedeu e orientou muitas das questões que foram colocadas durante as entrevistas, foi essencial para uma melhor compreensão do modo como foram apropriados os critérios de avaliação e como os alunos se autoavaliaram. A análise dos dados recolhidos através das entrevistas acabou também por levantar outras questões para refletir e aprofundar.

Uma análise com um maior nível de profundidade e de estruturação foi realizada mais tarde, após ter terminado toda a recolha de dados. Nesta fase, os dados eram tão volumosos que era difícil saber por onde começar. Considerei, a certa altura, a hipótese de recorrer à utilização de um software, mas optei por não o fazer. Primeiro, porque não tinha qualquer experiência com a utilização dos softwares destinados a este fim e o tempo disponível era pouco para aprender a usá-lo(s) adequadamente. Depois, porque a sua utilização pode, de certa forma, distanciar o investigador relativamente aos dados, podendo haver uma tendência para uma análise mais superficial ou para centrar a atenção apenas nos dados que, à primeira vista, parecem mais ricos.

Optei por iniciar este processo que é tão crucial, mas, simultaneamente, tão difícil, com uma análise menos exigente, por envolver apenas um tipo de instrumento (o questionário), mas que me permitiu compreender as perspetivas dos alunos sobre temas

relevantes para o estudo. A partir da análise do questionário que foi aplicado no fim do trabalho de campo procurei compreender o ponto de vista dos alunos que fizeram parte do estudo ao longo dos dois anos letivos (N=13) relativamente: i) às suas concepções acerca dos critérios de avaliação e da existência (ou não) de tensão entre os mesmos e os padrões autoimpostos; ii) ao papel que cada uma das estratégias e recursos teve na compreensão dos critérios de avaliação, e; iii) ao contributo que a participação neste projeto teve no desenvolvimento da competência da autoavaliação.

A análise dos questionários baseou-se fundamentalmente em procedimentos básicos descritivos, recorrendo a excertos e citações das respostas dos alunos para ilustrar as interpretações realizadas. Para comparar as perspetivas dos alunos acerca das funções dos critérios de avaliação no início e no fim do estudo defini categorias que emergiram da análise das suas respostas (classificar; avaliar competências/desempenho; fundamentar as classificações atribuídas; avaliar trabalhos e informar/orientar os alunos). Decidi diferenciar classificação e avaliação já que o significado poderá ser diferente (a avaliação pode ter outras funções para além da certificativa). Optei por considerar a subcategoria “avaliar trabalhos” porque houve referência com mais frequência a este instrumento no questionário final, o que poderá estar relacionado com o facto de este estudo ter incidido na avaliação de relatórios (trabalhos).

A questão sobre a função dos critérios de avaliação e a única questão fechada do questionário foram tratadas e apresentadas da mesma forma. Fiz um tratamento quantitativo, construindo tabelas de frequência e apresentei os dados graficamente. A única diferença residiu no facto de as categorias, no caso da questão fechada, já estarem definidas *à priori*, na própria questão.

Seguidamente, passei para a construção do primeiro caso. Muitas das transcrições estavam, ainda, por fazer. Comecei, então, por transcrever as restantes gravações das aulas e das entrevistas que envolviam o Gustavo. Inicialmente, tinha pensado transcrever apenas os momentos mais representativos das gravações das aulas, no entanto, pareceu-me que, se fosse desde logo seletiva, poderia ignorar aspetos que, na altura, não me pareciam relevantes, mas que poderiam vir a sê-lo à medida que o processo de análise fosse avançando. Assim, transcrevi praticamente tudo (exceto as conversas que nitidamente nada tinham a ver com a tarefa ou com o estudo). À medida que ia fazendo as transcrições, outras vezes, quando as relia, ia sublinhando algumas partes que me pareciam importantes e escrevendo algumas notas com ideias que me

surgiam. De acordo com Hesse-Bibe e Leavy (2006), estes momentos ajudam o investigador a desenvolver as suas ideias em relação aos dados, podendo servir para gerar novas ideias e relações entre os mesmos e, para além disso, facilitam o processo de codificação. Assim, a reflexão que foi acontecendo conduziu-me a uma primeira estruturação conceptual dos dados que me facilitou o trabalho posterior de análise.

Concluídas as transcrições, comecei a tentar estruturar o caso. Primeiro, fiz a apresentação do Gustavo recorrendo à observação (e notas de campo), aos documentos oficiais, ao questionário inicial, às transcrições da primeira entrevista, assim como da gravação do desenvolvimento da primeira tarefa. Depois, tendo reunido todo o material relevante para este caso (notas de campo, transcrições das gravações das aulas e das entrevistas, relatórios e reflexões escritas), havia que delinear uma estrutura a adotar. Tendo em conta que as questões do estudo incidem na apropriação dos critérios de avaliação e no desenvolvimento de competências, nomeadamente de autoavaliação, pareceu-me natural organizar a análise de acordo com estes dois temas.

O entendimento de apropriação dos critérios de avaliação fez emergir algumas categorias de análise. A apropriação dos critérios de avaliação pressupõe que o aluno os compreenda (conheça o seu significado e que esse significado coincida com o do avaliador), os valorize (os considere importantes) e os consiga aplicar adequadamente. Assim, a compreensão do modo como os alunos apropriam os critérios de avaliação passaria pela análise destas categorias (Quadro 5.4.). Esta análise poderia ser feita incidindo em cada um dos critérios separadamente ou ser estruturada em função de cada uma das partes do relatório. Pareceu-me fazer mais sentido a segunda opção porque as características de algumas partes do relatório são muito distintas de outras. As categorias identificadas baseiam-se, então, em conceitos emergentes dos dados recolhidos, mas também derivaram da sensibilidade teórica (Strauss & Corbin, 1998) decorrente da consulta bibliográfica e adquirida durante o processo de investigação, dada a interação contínua entre a recolha e a análise dos dados.

Separei os materiais por tarefa e centrei-me na primeira. Li e reli todos os materiais procurando iniciar um processo de codificação. A codificação é essencial para produzir teoria e envolve extrair significado de dados não numéricos de forma a segmentá-los, conceptualizá-los e agrupá-los de novo em categorias (Hesse-Biber & Leavy, 2006; Strauss & Corbin, 1998). Permite a reorganização sistemática dos dados

ao ajudar a localizar todos os segmentos com o mesmo código e a sua redução ao ignorar os que são irrelevantes ou redundantes.

Quadro 5.4.

Estrutura e categorias de análise da apropriação dos critérios de avaliação

Partes do relatório	Critérios de avaliação	Apropriação dos critérios de avaliação	
		Categorias	Recursos
Introdução	- Coerência	- Compreensão	- Rúbrica/grelha com critérios de avaliação - Relatório-exemplo e relatórios anteriores
- Objetivos	- Completude	- Valorização	
- Fundamentação teórica	- Desenvolvimento	- Aplicação	
Planificação	- Argumentação		- Interação com os pares - Feedback oral e escrito
- Estratégias	- Rigor		
- Previsão de resultados	- Organização		
Procedimento			
- Descrição dos passos			
- Esquema ilustrativo			
Resultados			
- Registo de dados			
- Tratamento de dados			
Conclusões & reflexão			
Estrutura e organização global			

Recorri ao método do questionamento e comparação constantes (Strauss & Corbin, 1998). Tal como o nome indica, este método envolve colocar questões e fazer comparações sistematicamente. Olhar para os dados e colocar questões, como “O que é isto?” ou “O que é que isto representa?” abre caminho para a construção de um conhecimento indutivo. O estabelecimento de relações de similaridade entre os dados que parecem associar-se ao mesmo fenómeno e a sua nomeação favorece a identificação de conceitos. Da comparação desses conceitos e sua associação em conjuntos relativos a fenómenos semelhantes resultam conceitos com um nível de abstração superior, as categorias.

Assim, peguei em cada um dos materiais e, à medida que os ia lendo, ia colocando questões com o intuito de identificar o critério de avaliação que estava a ser trabalhado/discutido, compreender o modo como era entendido, valorizado ou aplicado, as estratégias que eram utilizadas para a sua compreensão ou aplicação, as dificuldades que surgiam, o modo como essas dificuldades eram superadas e o contributo das estratégias e recursos utilizados. Por exemplo, na transcrição da gravação das interações do Gustavo com o seu par durante o desenvolvimento da segunda tarefa, coloquei a

seguinte indicação (associada a algumas falas): “Dificuldade de APLICAÇÃO; Rigor; Registo de dados; Contributo do feedback oral”. Deste modo, a leitura foi acompanhada da codificação dos dados utilizando cores diferentes.

Codificar as transcrições (das aulas e das entrevistas) para identificar a parte do relatório em causa e os recursos utilizados na apropriação dos critérios de avaliação não foi problemático. No entanto, por vezes, foi difícil identificar até que ponto a interação com os pares contribuiu para a apropriação de um determinado critério de avaliação, nomeadamente, nos momentos em que também a professora forneceu feedback.

No que concerne à codificação dos critérios de avaliação subjacentes, a completude diz respeito à presença ou ausência dos itens/tópicos esperados (independentemente do seu grau de desenvolvimento), o desenvolvimento diz respeito à descrição/explicação de um item/tópico e a argumentação diz respeito à apresentação de justificações. Por vezes, não foi fácil identificar claramente qual o critério associado a algumas das lacunas dos relatórios. Neste sentido, senti necessidade de fazer várias comparações entre diferentes situações para que o processo de codificação fosse mais consistente.

Com a coerência pretende-se avaliar se o que foi escrito no relatório faz sentido relativamente ao problema, à estratégia utilizada e/ou aos resultados obtidos. As questões que se seguem exemplificam de que forma se pode avaliar a produção relativamente a este critério: Os objetivos definidos são coerentes com o problema? A seleção dos temas abordados na fundamentação teórica é coerente com o problema em estudo? A estratégia selecionada permite dar resposta ao problema? A estratégia descrita é coerente com o que os alunos efetivamente realizaram? As conclusões são coerentes com os resultados? Relativamente a este critério, surgiram poucas dúvidas.

O rigor pode estar associado a três aspetos diferentes, à correta utilização da língua portuguesa, da terminologia científica (rigor científico) e à correção analítica (associada aos cálculos e à apresentação das unidades de medida). A organização diz respeito fundamentalmente à ordem pela qual os temas são abordados ao longo do texto e como são apresentados os dados.

Depois desta primeira fase, em que fiquei com uma ideia mais concreta de todos os dados existentes relativamente a esta tarefa, comecei a fazer uma análise de cada uma das secções do relatório considerando as várias fontes de informação (transcrições das observações, das entrevistas, as duas versões do relatório e as reflexões escritas). Nesta

fase, por vezes, modifiquei os códigos que tinha atribuído inicialmente porque os dados de outras fontes fizeram alterar significados. Consultava constantemente o relatório¹¹ procurando compreender, através da análise das restantes fontes de dados, os processos utilizados que deram origem àquele produto final. A análise com base nas categorias definidas, por vezes, foi bastante problemática na medida em que, quando a produção não ia ao encontro do esperado em relação a um determinado critério, nem sempre foi fácil (e até mesmo possível) identificar a causa.

Depois de analisar a primeira tarefa centrada na primeira questão do estudo, fiz o mesmo percurso para a segunda e terceira tarefa. O caso estava, assim, a ser estruturado tarefa a tarefa. Porém, o facto de estar demasiado descritivo, pouco analítico, muito extenso e de esta abordagem não facilitar a compreensão do modo como cada um dos critérios de avaliação (relativo a cada parte do relatório) foi sendo apropriado ao longo do tempo, levou-me a reestruturá-lo. Passei a considerar cada secção do relatório e a analisar os dados recolhidos ao longo das quatro tarefas. Desta forma, salientei os avanços e recuos que ocorreram no processo de apropriação dos critérios de avaliação.¹²

Em seguida, procedi a um segundo nível de análise que incidiu no papel de cada uma das estratégias e recursos utilizados para essa apropriação (rúbrica/grelha com os critérios de avaliação, relatório-exemplo e relatórios das tarefas anteriores, interação com os pares e feedback). Esta foi realizada a partir, não só dos efeitos percebidos com a análise feita anteriormente, mas também das perspetivas do aluno (dadas a conhecer durante as entrevistas e no questionário final).

Terminada a análise relativa à apropriação dos critérios de avaliação passei a centrar-me na autoavaliação. Interessava-me compreender o processo de autoavaliação desenvolvido pelos alunos e o modo como o investimento na apropriação dos critérios de avaliação contribuiu para o desenvolvimento desta competência. Neste sentido, analisei as reflexões realizadas pelos alunos e a reformulação que foi realizada na sua sequência, quando houve lugar a tal (ao longo e após a elaboração dos relatórios, assim como durante as entrevistas).

¹¹ As partes do relatório que não contaram com a participação do Gustavo (por terem sido realizadas por outro colega de grupo) não fizeram parte da análise. Porém, as suas perspetivas relativamente a essas partes (transmitidas durante as entrevistas) foram consideradas sempre que me pareceu relevante.

¹² Houve itens (como a elaboração da carta ao construtor, na quarta tarefa e o comentário sobre a natureza da ciência, na segunda tarefa) que não foram explorados na análise de dados porque procurei centrar-me nos aspetos comuns a todos os relatórios (evidenciados na rúbrica).

No que diz respeito às reflexões feitas pelo Gustavo (orais ou escritas), procurei compreender se a especificidade, a abrangência dos critérios analisados, a argumentação e a concordância entre as apreciações realizadas e a produção ia aumentando/melhorando ao longo do tempo e em que aspetos. Relativamente às reflexões que culminaram numa reformulação (oral ou escrita), identifiquei os critérios que lhe estavam subjacentes e a frequência com que esta situação ocorreu. Procurei identificar semelhanças e diferenças entre as várias tarefas e relacioná-las com os resultados obtidos relativamente à apropriação dos critérios de avaliação.

Para facilitar a análise das reflexões realizadas no final da elaboração dos relatórios, construí uma tabela para cada uma das versões de cada relatório (anexos 22 a 26). Nessas tabelas identifiquei os critérios apontados pelo aluno como pontos fortes e fracos da sua produção (em relação a cada secção do relatório), assinalo a existência (ou não) de argumentação relativamente à análise feita e a existência ou não de concordância entre a apreciação e a produção. A simbologia utilizada nessas tabelas encontra-se explicitada no anexo 21. A construção destas tabelas possibilitou a realização de um tratamento quantitativo: a determinação da percentagem de itens que foram avaliados em conformidade com a produção do aluno.

A análise da autoavaliação culmina com a descrição das perspetivas do aluno em relação a este assunto: o que é (e se houve alteração das suas concepções), o modo como foi realizada ao longo do estudo, as vantagens de recorrer a este processo, os sentimentos associados à sua utilização e o contributo que a participação no projeto teve (ou não) para o desenvolvimento desta competência. Para esta parte foram fundamentais as transcrições das entrevistas e as respostas ao questionário final. As perspetivas do aluno foram, por vezes, confrontadas com a análise de dados feita anteriormente em relação a este tema.

Depois da análise do caso do Gustavo, passei para o caso da Sara, desenrolando-se de modo semelhante, ainda que o caminho percorrido não tivesse tantas "curvas", uma vez que este caso foi, desde logo, estruturado de forma análoga ao do Gustavo.

Crítérios de qualidade e questões éticas

Uma das áreas mais controversas da investigação interpretativa prende-se com os critérios de qualidade. Que critérios devem ser usados e quem os deve estabelecer são

questões que continuam a ser amplamente debatidas (Hammersley, 2007; Lichtman, 2006; Smith & Deemer, 2000). Atualmente, parece ser mais ou menos consensual que os critérios de qualidade de uma investigação positivista têm necessariamente de ser diferentes dos que são usados em investigação interpretativa, uma vez que as suposições que lhes estão subjacentes e os métodos de recolha e análise de dados são diferentes (Hammersley, 2007; Lichtman, 2006; Smith & Deemer, 2000). Embora Lincoln & Guba (1985) tivessem sugerido critérios paralelos aos da investigação quantitativa (a credibilidade em substituição da validade interna, a transferibilidade em vez da validade externa, a confiança em vez da fiabilidade e a confirmabilidade em vez da objetividade), continua a haver discussão relativamente este assunto (Creswell, 2007).

Os relativistas reconhecem a necessidade do valor da pluralidade e da multiplicidade, aceitando e valorizando as diferenças, por isso, alguns autores que discutem este assunto (por exemplo, Hammersley, 2007; Smith & Deemer 2000) acabam por não propor explicitamente um conjunto de critérios. Smith e Deemer (2000) sugerem que estes não sejam pensados de uma forma abstrata e propõem a criação de uma lista, mais ou menos consensual, aberta a reformulações, com as características de uma boa e uma má investigação.

Não é minha intenção discutir amplamente este assunto, nem tão pouco chegar a respostas para as questões que têm sido colocadas. No entanto, o desenvolvimento de um estudo exige que se faça uma reflexão e se tomem decisões sobre os procedimentos a adotar para promover a sua qualidade. No que diz respeito à seleção do problema, procurei centrar-me num tema relativamente ao qual o conhecimento existente parece ser, ainda, restrito para que este estudo não tivesse apenas interesse para mim, mas também para o resto da comunidade (nomeadamente, os professores e investigadores).

Quanto ao processo de recolha de dados, seguindo a sugestão de autores como Lincoln e Guba (1985), bem como Merriam (1988), realizei observação persistente e prolongada. A recolha de dados, que envolveu a aplicação de vários procedimentos e técnicas, incluindo a observação, foi realizada ao longo de dois anos letivos, tendo incidido em quatro tarefas (e respetivos relatórios) que foram desenvolvidos pelos alunos. O trabalho diário realizado com os mesmos permitiu minimizar o efeito do observador, isto é, a alteração da sua ação devido à presença do investigador, assim como obter uma visão mais holística do contexto que envolve o fenómeno em estudo. O facto de, durante o primeiro ano letivo, ter sido, simultaneamente, docente da turma e

investigadora, colocou-me numa posição privilegiada. O contacto direto e regular que mantive com os alunos favoreceu um maior entendimento dos mesmos e do contexto e, no segundo ano de recolha de dados, embora não fosse a professora da turma, os alunos não me encaravam como um elemento externo.

No que diz respeito à análise de dados, recorri à cristalização (Richardson, 2000). Aquilo que se vê quando se observa um cristal depende de quem vê e como vê, do ângulo em que nele incide a luz. Assim, “a combinação de diferentes perspetivas metodológicas, diversos materiais empíricos e a participação de vários investigadores num só estudo deve ser vista como uma estratégia para acrescentar rigor, amplitude, complexidade, riqueza e profundidade a qualquer investigação” (Denzin & Lincoln, 2000, p. 5). Este conceito afasta-se da ideia de convergência num ponto fixo (ideia associada à origem do conceito de triangulação). Numa perspetiva em que se assume que não existe uma realidade única, o recurso a diferentes fontes de dados, a vários investigadores, a diferentes teorias e metodologias para estudar um único problema vem fundamentalmente gerar múltiplas perspetivas. “No processo de cristalização não há um “dizer” correto; cada um, tal como a luz incidindo no cristal, reflete uma perspetiva diferente do fenómeno” (Denzin & Lincoln, 2000, p. 6). Assim, o olhar através de diferentes ângulos possibilita uma compreensão mais profunda e complexa dos fenómenos. Por essa razão, recorri a várias técnicas de recolha de dados (observação, entrevista, recolha documental e questionário).

Procurei também envolver os participantes do estudo (nomeadamente os alunos que constituíram os casos) no processo de interpretação e análise dos dados, tal como é preconizado por Lincoln e Guba (1985), Merriam (1988), bem como Miles e Huberman (1994). A validação dos membros pode aumentar a credibilidade da investigação, sem, no entanto a garantir; permite obter dados adicionais, mas tem de ser usada com precaução (Silverman, 2001). Depois de concluir a escrita de cada um dos casos forneci o documento aos respetivos alunos e pedi-lhes que expressassem o seu ponto de vista acerca da análise feita. No entanto, estes, infelizmente, acabaram por não ter disponibilidade para o fazer. A dimensão dos estudos de caso, o facto de a conclusão da construção dos mesmos ter ocorrido bastante tempo depois da recolha de dados e de os alunos, entretanto, já estarem na faculdade poderão constituir razões para a falta de envolvimento dos mesmos nesta processo.

Apesar de um trabalho de doutoramento implicar que a análise de dados seja feita pelo aluno que pretende aceder a este grau, nas discussões com os orientadores emergem olhares de investigadores que não participam, diretamente, no processo de recolha e análise de dados. Os pontos de vista, as sugestões e as questões formuladas por outros investigadores acerca dos significados atribuídos e das interpretações feitas permitem considerar outras perspetivas, por isso, foi extremamente importante o feedback fornecido pelas minhas orientadoras.

Tratando-se de uma investigação que recorre ao *design* de estudo de caso existem aspetos específicos a considerar que resultam da própria natureza deste *design*. Ponte (2006) sugere essencialmente três: i) delimitar precisamente o caso, ii) evidenciar os aspetos fundamentais desse caso e, iii) acrescentar, através do estudo de caso, conhecimento ao já existente. No capítulo da metodologia procuro ir ao encontro do primeiro aspeto e nos capítulos dos casos, assim como no das conclusões, procuro ter em conta os últimos. Ao nível da escrita, tive o cuidado de fornecer descrições fidedignas e detalhadas acerca da forma como o estudo foi feito e de recorrer às vozes dos participantes para justificar as interpretações que fiz. Desta forma, muni o leitor da informação necessária para julgar o que foi feito e fazer as suas próprias interpretações (Lichtman, 2006).

A qualidade de uma investigação está também condicionada pela responsabilidade ética do investigador, pelo que passo a discutir as questões que foram consideradas. Antes de mais, foram seguidas as recomendações habituais: consentimento informado e proteção dos sujeitos contra qualquer espécie de dano, privacidade, confidencialidade e integridade (Christians, 2000; Bogdan & Bicklen, 1994; Cohen, Manion & Morrison, 2000). Em primeiro lugar, dei a conhecer aos participantes do estudo, antes de iniciar o trabalho de campo, os objetivos da investigação e as atividades que pretendia realizar. Todos os participantes colaboraram voluntariamente. Obtive o consentimento informado, por escrito, da direção da escola, da professora participante, dos encarregados de educação e dos alunos, nos dois anos letivos em que foram recolhidos dados (os pedidos de autorização encontram-se nos anexos 1 e 2).

Expliquei a necessidade de estudar pormenorizadamente um reduzido número de alunos e informei-os que, caso fossem selecionados, seria importante entrevistá-los após a realização de cada relatório. Os alunos que constituíram os casos mostraram-se disponíveis e, mais uma vez, tanto eles como os encarregados de educação consentiram

a realização de entrevistas fora do horário letivo (o pedido de autorização encontra-se no anexo 3). Foram tomadas precauções para que estas não transtornassem ou prejudicassem os alunos, nomeadamente, em termos académicos, por isso, todas as entrevistas foram marcadas de acordo com a sua conveniência.

Outro aspeto referido pela maioria dos autores (entre eles, os que foram mencionados acima) diz respeito à garantia da confidencialidade e anonimato. As identidades dos participantes foram protegidas, uma vez que todos os nomes apresentados são pseudónimos e, para além disso, não foi revelado o nome das turmas que participaram.

Tomei, ainda, outras precauções para que a participação neste estudo não prejudicasse os alunos. As tarefas apresentadas estiveram totalmente integradas no programa curricular e foram implementadas nos momentos em que melhor se enquadravam no decurso das suas aprendizagens, e não de acordo com as conveniências do estudo. A certa altura, para evitar privar os alunos de partes importantes do currículo no 10.º ano de escolaridade, decidi implementar apenas três tarefas (das cinco inicialmente previstas), o que implicou que a recolha de dados se tivesse prolongado por mais um ano letivo.

Tendo em conta que no primeiro ano de recolha de dados fui, simultaneamente, professora e investigadora, poderia haver tendência para acompanhar mais sistematicamente os alunos objeto de estudo de caso. Porém, a utilização de gravadores próximos a cada um deles evitou que a necessidade de recolher dados prejudicasse o meu desempenho como professora. Outro aspeto considerado foi a integridade do estudo. Não foram cometidas fraudes com a fabricação ou falsificação de dados.

CAPÍTULO 6

Proposta didática

Neste capítulo apresento as tarefas propostas aos alunos, assim como os instrumentos fornecidos para auxiliar o processo de autoavaliação dos relatórios. Está subdividido em cinco secções: tarefas, relatórios, rubrica e grelha com critérios de avaliação e, por último, instrumentos de suporte à realização da reflexão final. Em todas elas faço uma apresentação geral das estratégias utilizadas e/ou dos instrumentos fornecidos aos alunos e justifico as opções tomadas, dando conta das modificações efetuadas ao longo do tempo. Termina com uma síntese do capítulo.

As tarefas

As tarefas desenvolvidas no âmbito deste estudo são investigativas guiadas (Bell, Smetana & Binns, 2005), na medida em que envolvem os alunos na resolução de questões-problema deixando à sua responsabilidade a planificação, a recolha de dados, a sua interpretação e a resposta a esses problemas. Optei por este tipo de tarefa devido às suas potencialidades (indicadas na fundamentação teórica) e ao facto de constituir um meio privilegiado para desenvolver muitas das competências preconizadas no programa de Física e Química. A escolha deste grau de abertura teve em consideração a falta de experiência dos alunos na realização de tarefas de cariz investigativo.

Uma vez que o estudo incide nos relatórios escritos sobre estas tarefas e, na maioria dos casos, houve lugar à elaboração de comentários escritos e, posteriormente, de uma segunda versão, optei por analisar tarefas desfasadas no tempo, enquadradas em

unidades programáticas diferentes, para garantir que uma tarefa não se iniciaria antes de todo o processo associado à tarefa anterior estar concluído. As três primeiras foram realizadas no 10.º ano e a última no 11.º ano de escolaridade. Duas inserem-se no estudo da Química e duas no estudo da Física.

As quatro tarefas pretendiam desenvolver fundamentalmente as seguintes competências investigativas:

A – Competências do tipo processual:

- Recolher, registar e organizar dados de observações e medições de forma organizada.

B – Competências do tipo conceptual:

- Planear uma experiência para estudar as questões-problema;
- Interpretar os resultados obtidos de modo a dar resposta às questões-problema;
- Discutir os limites de validade dos resultados obtidos e propor a reformulação do planeamento de uma experiência a partir dos resultados obtidos de modo a minimizar os erros;
- Elaborar um relatório sobre a tarefa realizada.

Apenas a primeira tarefa foi realizada individualmente para diagnosticar as capacidades e competências de cada aluno, sobretudo ao nível da comunicação e da autoavaliação. As restantes foram desenvolvidas em diádes ou grupos de três ou quatro elementos para estimular a explicitação, partilha e confronto de ideias, tendo em conta que o programa de Física e Química fomenta o desenvolvimento de capacidades de trabalho em grupo: “confrontação de ideias, clarificação de pontos de vista, argumentação e contra-argumentação na resolução de tarefas, com vista à apresentação de um produto final (Martins & Caldeira, 2001, p. 8).

Todas foram realizadas em aulas com a duração de 135 minutos, em que a turma estava dividida em turnos, mas a elaboração do respetivo relatório nunca foi concluída neste período. Em algumas situações este foi finalizado extra-aula, outras vezes durante a(s) aula(s) seguinte(s).

A avaliação das tarefas incluiu, para além da análise do relatório escrito, outras técnicas e instrumentos, tais como o inquérito (com a realização de entrevistas) e a observação (com a utilização de grelhas de observação) de modo a que fosse possível tirar partido das vantagens de cada uma das técnicas (e minimizar as suas limitações quando aplicadas isoladamente) e, assim, poder fazer uma apreciação global do trabalho desenvolvido pelos alunos (Leite, 2000; Pinto & Santos, 2006).

Tarefa 1. À procura das propriedades da areia

A ideia de realizar esta tarefa (anexo 4) partiu de um problema com que me deparei na altura em que estava a construir a minha casa. Tendo pedido vários orçamentos de materiais de construção, em alguns locais foi-me apresentado o preço por tonelada de areia e noutros por metro cúbico. Atendendo a que este problema se pode colocar a qualquer cidadão e que a sua resolução passa pela determinação da massa volúmica da areia (assunto que faz parte do programa de Física e Química do 10.º ano), pensei que seria um desafio interessante para colocar aos alunos. Penso que o contexto desta tarefa possibilita a consciencialização de que a ciência pode ser muito importante na resolução de problemas do dia-a-dia (problema este que poderia surgir aos próprios, a familiares ou amigos).

A tarefa foi enquadrada no estudo da primeira unidade de Química, designada por “Das estrelas ao átomo”, mais concretamente, no subtópico “Tabela Periódica – organização dos elementos químicos”. Previamente foi abordada a organização da Tabela Periódica (T.P.) e, tendo em conta que nela constam propriedades das substâncias elementares, o programa da disciplina aponta para o estudo de algumas delas, nomeadamente o ponto de fusão, ponto de ebulição e densidade:

- Fundamentar, de forma simplificada, técnicas laboratoriais para a determinação de grandezas físicas (densidade, ponto de fusão, ponto de ebulição...)
- Aplicar procedimentos (experimentais, consulta de documentos...) que visem a tomada de decisão sobre a natureza de uma amostra (substância ou mistura). (Martins & Caldeira, 2001, p. 30)

De modo a ir ao encontro dos dois tópicos acima citados, resolvi colocar aos alunos duas questões: uma pretendia que identificassem o estaleiro onde cada uma das areias apresentadas era mais barata e outra pretendia que os alunos verificassem se alguma das areias poderia ser constituída apenas por quartzo, isto é, se poderia ser uma substância pura (anexo 4). Assim, os alunos deveriam planificar e levar a cabo uma atividade experimental que lhes permitisse determinar a massa volúmica das duas areias. A definição desta grandeza e a descrição de métodos para a determinar não foi realizada antes do desenvolvimento da tarefa. No entanto, este assunto faz parte das orientações curriculares do ensino básico, enquadrando-se no tema “Terra em transformação”, lecionado no 7.º ano de escolaridade.

A tarefa, assim como o guião de elaboração do relatório, foram apresentados e discutidos na aula anterior (dois dias antes) ao seu desenvolvimento, tendo-se pedido aos alunos que preparassem a introdução do relatório e a planificação da atividade durante esse intervalo de tempo. Tendo em conta que os alunos revelaram ter tido dificuldade a elaborar a planificação, a parte inicial da aula em que a tarefa foi concretizada consistiu numa discussão com o intuito de fomentar a clarificação dos objetivos e estimular a emergência de pistas que os auxiliasse a delinear estratégia(s) a adotar para resolver as questões-problema. Depois, os alunos começaram a trabalhar autonomamente e, no final da aula, iniciaram a redação do relatório individualmente. Este foi concluído extra-aula, assim como a respetiva reflexão escrita.

Tarefa 2. Lei de Avogadro

A segunda tarefa (anexo 5) foi introduzida no estudo da segunda unidade de Química do 10.º ano, designada por “Na atmosfera da terra: radiação matéria e estrutura”, enquadrando-se no subtópico “Atmosfera: temperatura, pressão e densidade em função da altitude”. O estudo desta unidade iniciou-se, já no segundo período. Foram definidas as grandezas: quantidade de substância, massa molar e número de partículas e, antes da realização da tarefa, os alunos já tinham tido oportunidade de realizar alguns exercícios envolvendo cálculos numéricos que as relacionavam. Não foi feita previamente qualquer menção à Lei de Avogadro ou ao volume molar.

Esta tarefa consiste na exploração de uma simulação computacional disponível on-line e foi estruturada com o intuito de levar os alunos a atingir o seguinte objetivo programático: “estabelecer uma relação, para uma dada pressão e temperatura, entre o volume de um gás e o número de partículas” (Martins & Caldeira, 2001, p. 47). Assim, pretendia-se que os alunos definissem uma estratégia para que a recolha e tratamento de dados permitisse: i) corroborar (ou não) a Lei de Avogadro; ii) determinar o volume molar de vários gases em diferentes condições de pressão e temperatura (incluindo as condições PTN); iii) tirar conclusões acerca do volume molar de gases ideais. Para além disso, procurei promover a reflexão sobre a produção de conhecimento científico. Para isso, apresentei, no guião da tarefa (questão n.º 3), um pequeno texto onde emerge a importância da divulgação em ciência, a influência da personalidade dos cientistas e do conhecimento adquirido anteriormente na produção novo conhecimento e solicitei a

realização de um comentário relativamente à forma como se produz conhecimento científico.

A tarefa foi realizada em díades, na biblioteca da escola, de modo a haver computadores suficientes e com ligação à Internet. A maioria das díades foi estabelecida pelos alunos, no início da aula. Contudo, fiz algumas (poucas) alterações de modo a haver heterogeneidade ao nível das competências dos alunos. Entreguei o guião da tarefa e sugeri que começassem por lê-lo integralmente antes de a iniciarem. Não lhes pedi que escrevessem qualquer planificação. Solicitei apenas que discutissem, com o seu par, a estratégia que iriam utilizar para responder às questões e que, seguidamente, explorassem a simulação de acordo com o que tinham pensado.

Na primeira aula, os alunos dedicaram-se fundamentalmente à exploração da simulação, registando e tratando os dados, o que permitiu à maioria das díades dar resposta às duas primeiras questões do guião da tarefa. Na aula seguinte, os alunos concluíram a tarefa e iniciaram a elaboração do relatório.

Tarefa 3. Balanço energético num sistema termodinâmico

A terceira tarefa (anexo 6) é uma das atividades laboratoriais propostas no programa de Física e Química (A.L. 1.4) e foi introduzida no estudo da primeira unidade de Física do 10.º ano, designada por “Do sol ao aquecimento”, enquadrando-se no subtópico “A energia no aquecimento/arrefecimento de sistemas”. O estudo deste subtópico iniciou-se no terceiro período. Inicialmente, estava previsto que o conceito de variação de entalpia de fusão fosse introduzido nesta tarefa porém, abordei-o previamente por uma questão de gestão entre as aulas teóricas (de 90 minutos) e as aulas práticas (de 135 minutos e que funcionam em turnos). Os alunos tiveram oportunidade de resolver alguns exercícios numéricos envolvendo esta grandeza e já tinham realizado as duas atividades laboratoriais que envolvem balanços energéticos: a A.L. 0.1, com a determinação do rendimento no aquecimento e a A.L. 1.3, com a determinação da capacidade térmica mássica de metais.

Esta tarefa baseia-se na resolução de um problema que consiste na escolha do processo mais eficaz para arrefecer limonada (entre a junção de água ou de gelo a aproximadamente 0 °C), logo, envolve o estabelecimento de um balanço energético, aplicando a Lei da Conservação da Energia aos sistemas água + água fria e água + gelo. Ela foi introduzida dois dias antes de ter sido desenvolvida pelos alunos, tendo sido

entregue o guião da mesma. Atendendo a que um dos grupos não desenvolveu a totalidade da 2.^a tarefa durante os 135 minutos da aula e poucos tiveram tempo de iniciar o relatório, considere-se que, desta vez, seria benéfico pedir aos alunos que, antes da aula experimental, planificassem a atividade e fizessem a previsão (qualitativa) dos resultados (questões n.º 1 e 2 do guião). O facto de uma reflexão individual prévia poder contribuir para um leque de ideias mais diversificado e uma participação mais ativa de todos os elementos na discussão do grupo constituiu outra razão para esta tomada de decisão. O próprio programa de Física e Química salienta que o trabalho em grupo envolve necessariamente um forte compromisso individual: “Em todos os casos deverão compreender a importância do trabalho individual para a rentabilização do trabalho de grupo e que a aprendizagem de qualquer assunto, em qualquer domínio, é sempre uma tarefa a assumir individualmente” (Martins & Caldeira, 2001, p. 47).

Na aula em que a tarefa foi desenvolvida, os alunos estavam distribuídos por grupos de três ou quatro elementos. Depois de uma discussão inicial, no grupo-turma, sobre as respostas dadas às duas primeiras questões, pedi que os grupos previssem o valor da temperatura de equilíbrio dos dois sistemas (questões n.º 3 e 4 do guião). Para tal, seria necessário identificar os conceitos e leis relacionados com o problema (calor, conservação de energia), traduzir analiticamente essas leis, aplicando-as à questão a resolver (associando o valor, positivo ou negativo, da energia às situações em que o sistema recebe ou fornece energia para a vizinhança, respetivamente), identificar dados necessários (como a temperatura da “limonada”) e analisar criticamente a coerência e compatibilidade dos resultados obtidos analiticamente com a situação física (nomeadamente a obtenção de valores negativos de temperatura de equilíbrio).

Seguidamente, os alunos realizaram a atividade experimental de acordo com o planificado e confrontaram os valores da temperatura final da água obtidos experimentalmente com os valores teóricos obtidos analiticamente (questão n.º 6 do guião). A discussão sobre os erros associados à estratégia aplicada, as sugestões de alternativas para os minimizar (questão n.º 7), assim como o relatório e a respetiva reflexão escrita foram realizados, em grupo, extra-aula.

Tarefa 4. Parque aquático

A quarta tarefa (anexo 7) é uma das atividades laboratoriais que faz parte do programa de Física e Química (A.L. 1.2) e foi introduzida no âmbito do estudo da

primeira unidade de Física do 11.º ano, designada por “Movimentos na terra e no espaço”, no subtópico “Da terra à lua”. Enquadrou-se no estudo do lançamento horizontal, subsequente ao estudo do movimento retilíneo uniforme e o de queda livre. Como a realização desta tarefa deu início ao estudo do lançamento horizontal, ainda não tinham sido deduzidas as expressões de tempo de queda e de alcance máximo.

A tarefa pretende que os alunos projetem um escorrega para um pequeno parque aquático, cumprindo as regras de segurança, através do desenvolvimento de uma atividade que permita identificar as variáveis que podem afetar o alcance dos corpos e compreender de que forma estas o influenciam. O problema foi apresentado aos alunos uma semana antes de desenvolverem a tarefa, no final da aula, tendo sido solicitada a sua preparação individual, extra-aula (a resposta às primeiras quatro questões do guião e um rascunho da introdução do relatório). Durante essa semana, os alunos colocaram algumas questões, nomeadamente sobre quais as variáveis a medir, a necessidade ou não de medir a velocidade em cada ponto do percurso, a possibilidade de desprezar o atrito. A professora procurou fomentar a discussão em sala de aula e dar algumas pistas.

Na aula em que a desenvolveram, os alunos estavam distribuídos em grupos estabelecidos pela professora de três ou quatro elementos. Esta começou por pedir que mostrassem o que cada um tinha feito aos colegas de grupo e, entretanto, deslocou-se junto a cada um deles para que, antes de iniciarem a recolha de dados, discutissem a planificação em conjunto. Assim, na primeira parte da aula, os alunos discutiram os tipos de movimento dos corpos lançados horizontalmente, deduziram (ou reviram a dedução feita previamente) e analisaram a expressão que permite determinar o alcance dos projéteis e discutiram a estratégia a utilizar, nomeadamente as variáveis a medir (e a controlar). Na segunda parte da aula, procederam à recolha de dados. Apenas um grupo teve tempo de iniciar a elaboração do relatório.

Os relatórios

Os relatórios escritos são produções que descrevem, analisam ou criticam uma dada situação ou tarefa realizada (Pinto & Santos, 2006). No âmbito do ensino das ciências, os relatórios tradicionais, geralmente, incluem uma capa com a identificação do título do relatório e do autor, uma introdução que inclui a fundamentação teórica, uma listagem do material utilizado, a descrição da metodologia ou do procedimento

laboratorial seguido, a apresentação de resultados, a sua discussão, a conclusão do trabalho e as referências bibliográficas (Leite, 2000). Quando enquadrado em tarefas laboratoriais fechadas, as suas potencialidades poderão ser reduzidas, na medida em que algumas partes, muitas vezes, são meras cópias. Porém, no contexto de tarefas investigativas mais abertas constituem uma oportunidade de o aluno fazer a descrição da tarefa desenvolvida, justificar as decisões tomadas ao longo do processo e as conclusões que dele retirou, expressando as ideias que construiu através da investigação. Neste caso, o aluno estará numa situação semelhante à de um cientista que tem de escrever um artigo para divulgar o seu trabalho. Atendendo às semelhanças estruturais entre um artigo científico e um relatório académico, a sua elaboração permite desenvolver a capacidade de comunicar em ciência (Keys, 1999; Leite, 2000, 2001).

A escrita, como meio de comunicação, exige que os alunos apresentem o seu trabalho da forma mais completa e credível possível. Neste sentido, leva-os a exercitar uma estratégia de pensamento fundamental, que consiste no inter-relacionamento entre o problema, os métodos, as observações, os dados e as conclusões (Keys, 1999). A exigência de uma apresentação lógica, uma organização linear e esta relação que é necessário fazer privilegiam a construção do conhecimento e a compreensão de conceitos e processos, mas também o desenvolvimento de capacidades, como a comunicação, o raciocínio, a reflexão e o espírito crítico (Leal, 1992; Menino & Santos, 2004). A escrita do relatório incentiva os alunos a repensar a sua experiência de aprendizagem, a clarificá-la e a reestruturá-la. Explicá-la aos outros, por escrito, representa um nível de exigência e uma aprendizagem superior à da comunicação oral (Pinto & Santos, 2006). De acordo com Yore, Bisanz e Hand (2003), as tarefas que envolvem a escrita promovem a aprendizagem porque requerem que: “os alunos reflitam, consolidem, elaborem, reprocessem conceitos e ideias centrais para o tópico, coloquem hipóteses, interpretem, sintetizem, persuadam, e desta forma, desenvolvam um pensamento complexo e construam uma compreensão mais profunda dos conceitos científicos” (p. 701). Por isso, o ensino das ciências deverá associar à componente *hands-on*, uma componente *minds-on* que implica a utilização do discurso científico (Yore, Bisanz & Hand, 2003; Wellington & Osborne, 2001).

Uma outra potencialidade dos relatórios escritos, apontada por Keys (1999) e Prain (2006), tem a ver com o desenvolvimento da literacia científica. O primeiro autor salienta que, ao desenvolverem a capacidade de retirar conclusões baseados em evidências, os alunos tornam-se melhores consumidores e produtores de informação

científica. Da revisão de literatura realizada pelo segundo autor emerge a ideia de que o desenvolvimento da literacia científica exige que os alunos aprendam a compreender e a produzir o discurso escrito tradicional na comunidade científica.

Face a estas potencialidades e atendendo a que os autores do programa de Física e Química (Martins & Caldeira, 2001) também apelam ao desenvolvimento da competência de comunicação, nomeadamente a comunicação científica, através da elaboração de relatórios sobre as atividades experimentais desenvolvidas, privilegiei o estudo deste instrumento de aprendizagem e de avaliação. Embora a estrutura proposta (anexo 9) não difira muito do modelo de relatório tradicional descrito por Leite (2000), contempla uma secção que não é habitual: a planificação. Nesta parte, pretende-se que os alunos descrevam as estratégias que consideraram para a resolução da questão-problema e justifiquem a escolha daquela que efetivamente vieram a implementar, salientando as suas vantagens.

De um modo geral, o guião do relatório inclui, em vez de prescrições, questões orientadoras com o intuito de promover a reflexão sobre o que fizeram e aprenderam, dando pistas sobre o que devem incluir em cada secção. Por exemplo, na planificação, coloquei as seguintes questões:

“Que estratégias poderão seguir para dar resposta ao problema/atingir o objectivo?

Porque escolheram essa estratégia e não outra? Quais as vantagens?

Que resultados preveem obter?”

Tal como é preconizado por Leal (1992), a redação dos relatórios esteve em consonância com o método de trabalho na sala de aula. Assim, na primeira tarefa, desenvolvida individualmente, o relatório foi realizado individualmente e, nas restantes tarefas, desenvolvidas em grupo, o relatório foi feito em grupo.

Procurei que os relatórios fossem realizados na sala de aula para permitir aos alunos recorrer ao professor ou aos pares para construir ideias e ultrapassar dificuldades. Para além disso, desta forma seria possível observar o trabalho desenvolvido pelos mesmos. No entanto, na primeira tarefa, em que o relatório foi desenvolvido individualmente, acabou por ser concluído em casa, tendo sido, assim, disponibilizado mais tempo para a sua elaboração. Na terceira tarefa, por questões de gestão do tempo, não foi possível disponibilizar mais aulas para a conclusão do relatório, tendo este sido realizado extra-aula (na biblioteca). Tanto na segunda como na quarta tarefa, foram

disponibilizadas duas aulas (para além daquela em que foi desenvolvida a tarefa) para a elaboração dos relatórios e, nesses casos, estes foram entregues no final da última aula.

Os relatórios de toda as tarefas (exceto a terceira, cuja primeira versão comentada foi entregue no final do ano letivo) envolveram a elaboração de uma segunda versão de modo a aumentar as potencialidades deste instrumento em termos de aprendizagens (Black et al., 2003; Pinto & Santos, 2006). As primeiras versões foram alvo de comentários feitos por mim com uma natureza descritiva (Gipps, 1999), focando a tarefa e não o aluno (Black & Wiliam, 1998; Hattie & Timperley, 2007). Todas as segundas versões foram realizadas extra-aula e apenas estas foram classificadas, uma vez que os alunos tomam menos atenção à escrita avaliativa quando é atribuída uma classificação (Butler, 1988). A única exceção foi o relatório da quarta tarefa porque a entrega da primeira versão comentada ocorreu na última semana do primeiro período de aulas e a docente queria incluir este elemento de avaliação nas classificações dos alunos nesse período letivo. O intervalo de tempo utilizado para comentar os relatórios, assim como o que foi utilizado pelos alunos para entregar a segunda versão, variou entre cinco e nove dias, com exceção do relatório da quarta tarefa, uma vez que a segunda versão foi entregue já no segundo período.

No âmbito da primeira e segunda tarefas, foi feita uma discussão no grupo-turma acerca dos relatórios aquando a entrega da última versão. No segundo caso, também apresentei (e forneci) uma compilação das melhores partes dos relatórios realizados pelos alunos, uma vez que a literatura (Black et al., 2003; Santos, 2002) sugere que a análise de exemplos pode favorecer a apropriação dos mesmos. Mediante a análise deste relatório-exemplo procurei favorecer a compreensão do significado dos critérios de avaliação através de exemplos concretos que ilustravam a sua aplicação.

A rubrica e grelha com os critérios de avaliação

Tendo em conta que a elaboração de relatórios constituía uma experiência pouco familiar dos alunos foi ainda mais premente dar conta das expectativas face ao trabalho proposto. Assim, para além de ter sido elaborado e discutido um guião de apoio à realização do relatório, foi elaborada uma rubrica. De acordo com Pinto e Santos (2006) este tipo de documento pode ajudar o aluno a compreender o que se entende por um relatório de qualidade.

A negociação dos critérios de avaliação constitui um meio privilegiado para que estes, para além de compreendidos, sejam valorizados por todos os intervenientes (Nicol & Macfarlane-Dick, 2006; Santos, 2002, 2008; Taras, 2002). Por conseguinte, na aula em que foi analisado o guião, foram discutidos os critérios de realização dos relatórios. Relativamente a todas as secções, coloquei questões do tipo: “Que características é que tem de ter a vossa introdução para ser uma boa introdução?” (T1_A1). Estas questões fomentaram a participação dos alunos que fizeram propostas, complementaram-nas e clarificaram significados, com o meu auxílio, no sentido de se chegar a um entendimento comum. Foi com base nesta discussão que foi elaborada a primeira versão da rubrica. Descrevem-se, em seguida, as duas versões da rubrica utilizada e as razões que justificam as alterações introduzidas. Na quarta tarefa, foi entregue uma grelha com os critérios de avaliação. Esta também é descrita e são apresentadas as razões para a sua construção.

A primeira versão da rubrica

A partir da discussão dos critérios de avaliação do relatório, elaborei uma rubrica que foi entregue aos alunos na aula em que realizaram a primeira tarefa (anexo 10). Esta é constituída por oito parâmetros: seis constituem partes do relatório (introdução, estratégias e previsão de resultados, procedimento, resultados, conclusões e reflexão) e dois são critérios de avaliação para uma análise global do relatório (a organização lógico-temática e terminologia científica e a apresentação). Para cada um destes parâmetros foram criados quatro descritores associados a quatro níveis de desempenho, em que o nível quatro é o de excelência e o nível um descreve uma produção fraca.

No que diz respeito à introdução (Quadro 6.1.), todos os descritores referem a necessidade de se indicarem os objetivos da atividade e os princípios científicos associados à experiência. A diferença entre os vários níveis reside na coerência (ou não) dos objetivos e na organização e completude dos princípios científicos (inclusão de alguns ou todos os que são relevantes, explicação mais ou menos detalhada e justificação ou não da pertinência dos princípios abordados).

Relativamente às estratégias e previsão de resultados (Quadro 6.2.), os descritores de cada nível de desempenho diferem apenas ao nível da completude. O primeiro nível pressupõe a indicação de apenas uma estratégia, o segundo nível acrescenta que deve ser indicada a previsão de resultados, e o terceiro e quarto níveis supõem, para além do

referido anteriormente, a apresentação de várias estratégias e a explicação das razões que levaram a escolher uma e a desistir das outras. A diferença entre estes dois últimos níveis reside na inclusão (ou não) da explicitação dos cuidados a ter quando se implementa a estratégia selecionada, nomeadamente ao nível das variáveis a controlar (porém, este exemplo não foi tornado explícito na rubrica).

Quadro 6.1.

Descritores referentes à introdução da primeira versão da rubrica

1	2	3	4
Indico objectivos pouco coerentes com a actividade a realizar e faço referência a alguns princípios científicos associados à experiência, mas não os explico.	Indico os objectivos da actividade e explico alguns princípios científicos associados à experiência, mas de uma forma pouco detalhada e organizada.	Indico os objectivos da actividade e explico os princípios científicos associados à experiência de uma forma detalhada.	Indico os objectivos da actividade e explico todos os princípios científicos associados à experiência de uma forma detalhada e organizada, justificando a sua pertinência.

Quadro 6.2.

Descritores referentes à apresentação das estratégias e previsão dos resultados da primeira versão da rubrica

1	2	3	4
Indico apenas uma estratégia para a resolução do problema.	Apresento uma estratégia para a resolução do problema e indico os resultados que prevejo obter.	Apresento várias estratégias para a resolução do problema, explico as razões que me levaram a escolher uma das estratégias e indico os resultados que prevejo obter.	Apresento várias estratégias para a resolução do problema, explico as razões que me levaram a escolher uma das estratégias e a desistir das outras, explico os cuidados que devo ter quando implementar a estratégia e indico os resultados que prevejo obter.

Quanto ao procedimento (Quadro 6.3.), o nível um pressupõe apenas a sua descrição, enquanto os restantes preveem, para além disso, a apresentação de um esquema para o ilustrar. No que concerne à descrição do procedimento a diferença entre os vários níveis reside na completude (faltando muitos passos, incluindo alguns/a maioria/todos os passos) e no detalhe com que são descritos. Relativamente ao esquema, apenas o último nível foca a organização e completude (detalhe).

Relativamente aos resultados (Quadro 6.4.), os critérios que diferenciam os vários níveis são: a completude (inclusão de alguns ou todos os resultados), a correção (resultados registados incorretamente, no nível um, podendo conter algumas incorreções nos níveis dois e três e sem incorreções no nível quatro) e a organização (apresentação

pouco organizada nos dois primeiros níveis ou organizada nos dois últimos níveis). Relativamente à organização, houve a preocupação de orientar os alunos explicitando-se propostas concretas. Sugeri a apresentação dos resultados sob a forma de tabelas, representações gráficas ou esquemas, sempre que possível.

Quadro 6.3.

Descritores referentes ao procedimento da primeira versão da rubrica

1	2	3	4
A minha descrição não é sequencial, faltando muitos passos.	A minha descrição mostra alguns dos passos realizados, mas estes nem sempre são descritos detalhadamente. Apresento um esquema para ilustrar o procedimento.	Descrevo a maioria dos passos mas, por vezes, com alguma falta de detalhe. Apresento um esquema que ilustra o procedimento.	Apresento todos os passos de uma forma organizada, detalhada e de modo a que seja fácil para o leitor segui-los. Apresento um esquema organizado e detalhado que ilustra o procedimento.

Quadro 6.4.

Descritores referentes aos resultados da primeira versão da rubrica

1	2	3	4
Só registei alguns resultados ou registei-os incorrectamente.	Registei os resultados mas não os organizei.	Registei os resultados de uma forma organizada, recorrendo, sempre que possível, a tabelas, representações gráficas ou esquemas.	Registei os dados sem quaisquer incorrecções, de uma forma completa e organizada, recorrendo, sempre que possível, a tabelas, representações gráficas ou esquemas.

No que concerne às conclusões (Quadro 6.5.), os descritores incluem três itens: um alusivo à apresentação das conclusões, outro referente à indicação de se ter atingido ou não o(s) objetivo(s) e um último relativo à comparação entre os resultados obtidos e os previstos e à identificação das fontes de erro. No que diz respeito ao primeiro item, os critérios que diferenciam os vários níveis são: a completude (conclusões explicadas com maior ou menor detalhe e explicitação, ou não, das evidências que as justificam) e a coerência entre os resultados e as conclusões. Quanto ao segundo item, apenas se diferencia se foi indicado (nível dois) ou não (nível um) se os objetivos foram atingidos e em que extensão, no caso dos níveis três e quatro. Por último, no terceiro item, observa-se um aumento da completude ao longo dos níveis. O segundo nível pressupõe a sugestão da possibilidade de terem ocorrido erros, mas sem se identificarem as suas fontes. O terceiro nível inclui a comparação entre os resultados obtidos e os previstos e

a identificação de algumas fontes de erro e o quarto nível, para além da identificação das principais fontes de erro, prevê a explicação dos seus efeitos nos resultados.

Quadro 6.5.

Descritores referentes às conclusões da primeira versão da rubrica

1	2	3	4
Não indico as conclusões ou estas entram em conflito com os resultados. Não explico em que extensão atingi os objectivos. Não indico a possibilidade de terem ocorrido erros.	Apresento conclusões que não entram em conflito com os resultados e explico de uma forma incompleta o significado dos resultados. Indico se atingi o objectivo ou não. Sugiro a possibilidade de erros mas não sugiro fontes.	Apresento conclusões que não entram em conflito com os resultados e explico detalhada e organizadamente o significado de alguns resultados. Não me refiro directamente às evidências. Explico em que extensão atingi os objectivos. Comparo os resultados obtidos com os previstos e identifico algumas fontes de erros.	Apresento as conclusões de uma forma detalhada e organizada, baseando-me em evidências. Explico em que extensão atingi os objectivos. Comparo os resultados obtidos com os previstos, identifico fontes de erros e explico os seus efeitos nos resultados.

À semelhança das conclusões, os descritores da parte da reflexão também incluem mais do que um item (Quadro 6.6.). Nos primeiros três níveis há referência à apresentação das dificuldades e limitações associadas à estratégia utilizada e ao balanço das aprendizagens realizadas. O nível quatro inclui, ainda, outro item que consiste na apresentação fundamentada de alternativas à estratégia seleccionada de forma a minimizar as dificuldades e limitações identificadas. No que diz respeito aos dois primeiros itens, a diferença entre os vários níveis baseia-se em diferentes graus de completude e na organização.

Quadro 6.6.

Descritores referentes à reflexão da primeira versão da rubrica

1	2	3	4
Não apresento e discuto as dificuldades e limitações associadas às estratégias utilizadas. Não faço uma síntese sobre o que aprendi.	Apresento e discuto dificuldades e limitações associadas às estratégias utilizadas, mas de forma incompleta e pouco detalhada. Indico o que aprendi de uma forma incompleta e pouco estruturada.	Apresento e discuto detalhadamente as dificuldades e limitações associadas às estratégias utilizadas. Explico o que aprendi detalhadamente.	Apresento e discuto detalhada e organizadamente as dificuldades e limitações associadas às estratégias utilizadas e sugiro, de uma forma fundamentada, possíveis alternativas. Explico o que aprendi detalhada e organizadamente.

Ao nível da organização lógico-temática e terminologia científica (Quadro 6.7.), os descritores focam a organização na apresentação das ideias e a coerência entre o produzido e o solicitado, assim como a correção, tanto ao nível da língua portuguesa, como da terminologia científica. Apenas o nível um permite alguma falta de organização e de coerência entre o produzido e o solicitado. Os restantes níveis diferenciam-se unicamente pela frequência das incorreções na utilização da língua portuguesa e da terminologia científica (muitas, poucas ou nenhuma).

Quadro 6.7.

Descritores referentes à organização lógico-temática e terminologia científica da primeira versão da rubrica

1	2	3	4
Apresento as ideias de uma forma pouco organizada, nem sempre de acordo com o solicitado.	Apresento as ideias de uma forma organizada e sempre de acordo com o solicitado. Utilizo a língua portuguesa e terminologia científica com incorreções frequentes.	Apresento as ideias de uma forma organizada e sempre de acordo com o solicitado. Utilizo a língua portuguesa e terminologia científica com poucas incorreções.	Apresento as ideias de uma forma organizada e sempre de acordo com o solicitado. Utilizo a língua portuguesa e terminologia científica sem incorreções.

Por último, a apresentação global do relatório (Quadro 6.8.), contempla fundamentalmente dois itens: a adoção (ou não) da estrutura proposta e a organização de cada uma das partes (com a inclusão de subtítulos, por exemplo). A expressão incluída no nível quatro, “aspecto atractivo”, pretende salientar que os títulos e subtítulos se devem diferenciar do resto do texto, apesar de tal não ser explícito no descritor.

Quadro 6.8.

Descritores referentes à apresentação da primeira versão da rubrica

1	2	3	4
O meu relatório não respeita a estrutura proposta e está pouco organizado.	O meu relatório respeita a estrutura proposta mas cada tópico está pouco organizado.	O meu relatório respeita a estrutura proposta e cada tópico está organizado.	O meu relatório respeita a estrutura proposta, está organizado e tem um aspecto atractivo.

A segunda versão da rubrica

Uma rubrica é um documento que tem de ser alterado ao longo do tempo, à medida que vai sendo utilizado e que são identificadas lacunas (Griffin, 2009). Ao analisar os relatórios da primeira tarefa com o auxílio da rubrica e tendo em conta as

interpretações, dificuldades e sugestões fornecidas pelos alunos nas aulas e nas entrevistas, procedi a algumas alterações. Assim, antes de se iniciar o desenvolvimento do relatório da segunda tarefa, forneci aos alunos uma segunda versão da rubrica que iria substituir a primeira (anexo 11).

No que diz respeito à forma, considerei que seria facilitador proceder a algumas subdivisões para salientar os itens que deveriam ser incluídos e a ordem pela qual deveriam ser apresentados. Para além das razões apresentadas, verifiquei que, ao serem incluídos, num mesmo descritor, vários itens e, por vezes, vários critérios para analisar cada um deles, por vezes, dificultava a atribuição de um nível adequado. Esta dificuldade foi sentida, tanto por mim, como pelos alunos, como é ilustrado na transcrição da primeira entrevista com o Gustavo:

Inv. – Então, mas se autoavaliasses agora a tua reflexão, neste momento?

Gustavo – Ah (silêncio). É um pouco complicado.

Inv. – Porquê?

Gustavo – Não apresento e discuto as dificuldades e limitações associadas às estratégias utilizadas. Não faço uma síntese sobre o que aprendi. Eu faço mais ou menos uma síntese sobre o que aprendi, não apresento é as limitações, mas no nível dois já diz que apresento e discuto dificuldades e limitações. Logo, eu não aprendi... logo, eu não apresentei isso, por isso, no nível um e meio, vá. (E1)

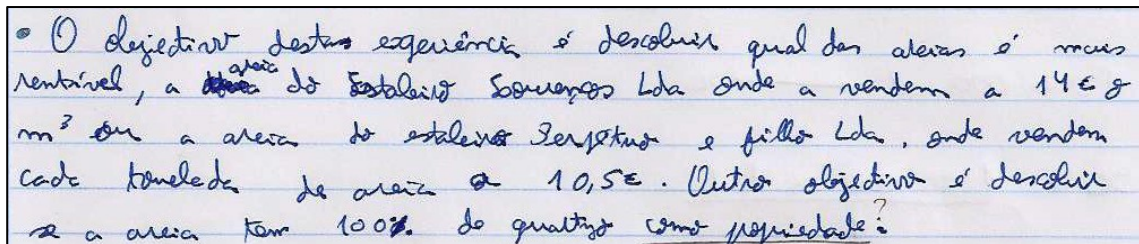
Na segunda versão da rubrica criei uma subdivisão entre os objetivos e a fundamentação teórica (princípios científicos associados à experiência) (Quadro 6.9.).

Quadro 6.9.

Descritores referentes à introdução da segunda versão da rubrica

Níveis Itens	1	2	3	4
Objeti- vos	Defino objectivos pouco coerentes com a actividade a realizar.	Defino objectivos coerentes com a actividade a realizar, mas enuncio-os de forma pouco clara.	Defino objectivos coerentes com a actividade a realizar e enuncio-os de forma clara.	Defino objectivos coerentes com a actividade a realizar e enuncio-os de forma clara e sintética.
Princí- pios cientí- ficos associa- dos à experiên- cia	Faço apenas referência aos princípios científicos associados à experiência mas não os explico.	Explico apenas alguns dos princípios científicos associados à experiência ou, explico-os todos mas pouco detalhadamente.	Explico todos os princípios científicos associados à experiência detalhadamente.	Explico todos os princípios científicos associados à experiência detalhadamente e justifico a sua importância no contexto da tarefa.

No que diz respeito ao conteúdo, considerei que seria indispensável referir a necessidade de haver coerência entre os objetivos e a atividade realizada (nos níveis dois, três e quatro) já que alguns alunos falharam esse aspeto no relatório da primeira tarefa. Tal como é ilustrado na Figura 6.1., em algumas produções, os objetivos foram definidos de forma pouco explícita e incluindo informação adicional, daí que também tenha acrescentado que a definição dos objetivos deveria ser clara e sintética.



• O objetivo desta experiência é descobrir qual das áreas é mais rentável, a ~~área~~ ^{área} do Estaleiro Sanguinhos Lda onde se vendem a 14€ g m² ou a área do Estaleiro Serpentina e filha Lda, onde vendem cada tonelada de areia a 10,5€. Outro objetivo é descobrir se a área tem 100% do quarto como propriedade?

Figura 6.1. Definição dos objetivos da primeira versão do relatório da primeira tarefa do Vasco

Substituí, ainda, a expressão “justificando a sua pertinência” por “justifico a sua importância no contexto da tarefa”, de acordo com a sugestão de uma aluna (fala 10):

1. Prof. –Vamos alterar o que for necessário para que os critérios vos consigam ajudar nos próximos relatórios. Há alguma sugestão?
2. Sofia – Ó stora, quando a stora aqui diz assim: “a sua pertinência”, é que nós estamos a descobrir alguma coisa de novo, não é?
3. Prof. – Não, é porque é que esse assunto é importante para a atividade que tu vais realizar.
4. Sofia – Pois, porque pertinentes eu interpretei aqui a se a gente, na introdução, introduzimos alguns conceitos de novo e se estávamos a levantar questões, daí, estávamos a levantar questões pertinentes.
5. Prof. – Pois, mas aí não fala em questões, ou fala, Sofia?
6. Sofia – Então, aqui é só: porque... (silêncio, e espera uma resposta da professora para registar na sua rubrica)
7. Prof. – Porque é que esses assuntos... Vais falar da massa volúmica, porque é que a massa volúmica é importante para o desenvolvimento da tua atividade. Porque é que vais falar sobre isso. Entendes?
8. Sofia – Ah, assim já está melhor.
9. Prof. – Então como é que achas que devemos alterar aí essa indicação dos critérios de maneira a ficar mais explícito para todos, já que assim, pelos vistos, não é muito explícito?
10. Sofia – Explicando o porquê desses assuntos serem importantes... justificando a sua importância na atividade.
11. Prof. – Todos concordam? Acham que assim fica melhor?
[Os alunos acenaram mostrando que concordavam] (T1_A3)

Como é ilustrado nesta transcrição (fala 4), pelo menos uma das alunas associou ao termo pertinente a expressão questão pertinente, provavelmente por ser o contexto em que mais frequentemente ouve esta palavra. Assim, e tal como é ilustrado no Quadro 6.9., procedi à alteração sugerida para que linguagem dos descritores fosse facilmente interpretada por todos os alunos.

Atendendo a que o critério organização estava contemplado, tanto na maioria dos descritores de cada uma das partes do relatório, como no item “organização lógico-temática e terminologia científica”, verificando-se uma repetição do mesmo, deixei de o incluir nos descritores referentes a cada uma das partes do relatório.

A parte das estratégias e previsão de resultados passou a designar-se por planificação e ficou subdividida em: estratégia seleccionada e previsão dos resultados. No que diz respeito ao conteúdo, considerei que seria importante acrescentar o critério adequabilidade (coerência) da estratégia seleccionada com os objetivos da tarefa. Assim, a parte das estratégias passaria a ser analisada atendendo a dois critérios (para além da organização, rigor da língua portuguesa e rigor científico, que são comuns a todas as partes do relatório): a coerência e a completude. Passaram a existir descritores para cada um destes critérios. O primeiro tem apenas dois níveis e, o segundo, quatro níveis, consoante o grau de completude (Quadro 6.10.).

Quadro 6.10.

Descritores referentes à apresentação das estratégias e previsão dos resultados da segunda versão da rubrica

Itens \ Níveis				
	1	2	3	4
Estratégia seleccionada	A estratégia que seleccionei é pouco adequada aos objectivos.	A estratégia que seleccionei é adequada aos objectivos.		
	Apresento a estratégia seleccionada de forma pouco detalhada.	Apresento a estratégia seleccionada de forma detalhada.	Apresento a estratégia seleccionada de forma detalhada e justifico cada um dos passos realizados. Explico porque escolhi esta estratégia.	Apresento a estratégia seleccionada de forma detalhada e justifico cada um dos passos realizados. Explico porque escolhi esta estratégia e desisti de outras possíveis.
Previsão dos resultados	Prevejo os resultados, mas sem apresentar qualquer justificação.	Prevejo os resultados de uma forma fundamentada.		

Para além disso, considerei que faria mais sentido, por ser mais geral e mais perceptível, sugerir que a apresentação da estratégia selecionada fosse realizada de forma detalhada, justificando cada um dos passos realizados, em vez de solicitar a explicação dos cuidados a ter quando implementassem a estratégia selecionada. O termo implementar suscitou dúvidas a uma aluna, como é ilustrado na transcrição que se segue, pelo que, não sendo relevante, não foi utilizado na segunda versão da rubrica:

Prof. – Em relação aos critérios de avaliação para este tópico há alguma coisa que sugiram alterar de maneira a clarificar o que aí está?

Sara – Explico os cuidados que devo ter quando implementar a estratégia...

Prof. – O que é que isso quer dizer, é isso?

Sara – Sim. Implementar?

Prof. – Quando puseres em prática, quando fores fazer. Ok, o implementar é a palavra mais complicada.

José – Implementar é por em prática algo, não tem nada de complicado.

(T1_A3)

Quanto à previsão dos resultados, considerei que seria importante valorizar, não só a apresentação de uma previsão, mas também a fundamentação/justificação da mesma. Em consequência disso passaram a constar dois níveis de desempenho: o primeiro, em que apenas se apresenta uma previsão e, o segundo, que inclui uma fundamentação/justificação (Quadro 6.10).

O procedimento foi subdividido em duas partes. A primeira, designada desenvolvimento da tarefa e a segunda, representação. Simplifiquei os descritores referentes à descrição do desenvolvimento da tarefa, uma vez que pretendia apenas que os alunos indicassem, sequencialmente, todos os passos realizados e, ao solicitar uma descrição detalhada (no nível quatro da primeira versão da rubrica) induzia outra interpretação:

José – A stora disse que era breve, aqui diz detalhado!

Prof. – O detalhado era mais para incluírem todos os passinhos que fizeram (...) Então, se calhar, tiramos o detalhado para não dar a ideia que têm de estar a explicar o porquê. (T1_A3)

Assim, passaram a existir apenas três níveis para a parte da descrição do desenvolvimento da tarefa (Quadro 6.11.) que se distinguem pela sua completude: descrição de alguns/quase todos/todos os passos realizados. Os descritores da representação (ilustração do procedimento) foram separados dos descritores da

descrição do procedimento e, para além de valorizarem a completude (tendo sido explicitado, na segunda versão da rubrica, alguns dos aspetos que são importantes incluir: identificação e legenda), enfatizei a necessidade de haver coerência com o procedimento. Conjugando estes dois critérios (completude e coerência) criei três níveis de desempenho.

Quadro 6.11.

Descritores referentes ao procedimento da segunda versão da rubrica

Níveis Itens	1	2	3
Desenvolvimento da tarefa	Descrevo apenas alguns dos passos realizados.	Descrevo quase todos os passos realizados.	Descrevo todos os passos realizados.
Representação	Incluo um esquema pouco adequado para ilustrar o procedimento.	Incluo um esquema adequado para ilustrar o procedimento.	Incluo um esquema adequado, devidamente identificado e legendado para ilustrar o procedimento.

A secção dos resultados foi subdividida em duas partes: o registo e tratamento de dados, mas não houve qualquer modificação nos critérios a valorizar: a completude e a correção (recordo que a organização é comum a todas as partes do relatório). No entanto, como se pode observar no Quadro 6.12., introduzi uma separação entre estes critérios.

Quadro 6.12.

Descritores referentes aos resultados da segunda versão da rubrica

Níveis Itens	1	2	3
Registo de dados	Registo alguns dados (medições/observações).	Registo quase todos os dados (medições/observações).	Registo todos os dados (medições/ observações).
	Registo os dados com incorrecções frequentes.	Registo os dados com algumas incorrecções.	Registo os dados sem incorrecções.
Tratamento de dados	Faço algum do tratamento de dados.	Faço a maioria do tratamento de dados.	Faço todo o tratamento de dados.
	Faço o tratamento de dados com incorrecções frequentes.	Faço o tratamento de dados com poucas incorrecções.	Faço o tratamento de dados sem incorrecções.

Verificando alguma falta de coerência entres os descritores do primeiro nível das várias partes do relatório comparativamente com a secção das conclusões e reflexão

procedi a alterações de modo a que, também nesta, o primeiro nível estivesse associado a alguma concretização por parte do aluno. Isto é, enquanto nas outras secções do relatório o nível um contemplava a indicação de objetivos, alguns princípios científicos, uma estratégia, descrição de alguns passos e de alguns resultados, nas conclusões e reflexão, o nível um estava associado à total ausência de conclusões, de indicação dos erros cometidos e de uma síntese sobre o que foi aprendido. Ora, se nas restantes secções, a total ausência do que se pretendia não estava contemplada nos descritores do nível um (subentendendo-se que se enquadraria no nível zero) faria sentido continuar com a mesma lógica. Assim, o nível um passou a contemplar a concretização de algo (com lacunas).

Tendo em conta que retirar conclusões passa necessariamente por explicitar se os objetivos foram atingidos ou não e em que extensão, considerei que havia uma repetição no conteúdo dos descritores da primeira versão da rubrica. Assim, a segunda versão da rubrica deixou de contemplar a parte que fazia alusão à concretização dos objetivos. Para além disso, a análise crítica dos resultados estava contemplada, tanto nos descritores das conclusões, como nos descritores da reflexão. Assim, tal com é ilustrado no Quadro 6.13., optei por juntar estas duas partes do relatório e criar três subdivisões: conclusões, limitações e aprendizagens realizadas.

Quadro 6.13.

Descritores referentes às conclusões & reflexão da segunda versão da rubrica

Níveis Itens	1	2	3	4
Conclu- sões	Retiro conclusões que entram em conflito com os resultados.	Retiro conclusões não entram em conflito com os resultados, mas não é explícito que se baseiam em evidências.	Retiro conclusões que se baseiam explicitamente em evidências.	
Limita- ções	Comparo os resultados com as previsões e sugiro a possibilidade de ocorrência de erros mas não indico fontes de erros.	Comparo os resultados com as previsões e indico algumas fontes de erros.	Comparo os resultados com as previsões, identifico as fontes de erros e explico os seus efeitos nos resultados.	Comparo os resultados com as previsões, identifico as fontes de erros e as limitações da estratégia utilizada e explico os seus efeitos nos resultados. Sugiro possíveis alternativas.
Aprendiza- gens realizadas	Indico o que aprendi de forma incompleta.	Explico o que aprendi de forma resumida.	Explico o que aprendi detalhadamente.	

As alterações ao parâmetro que, na primeira versão da rubrica, se designava por organização lógico-temática e terminologia científica incidiram fundamentalmente na forma, tendo-se mantido os critérios subjacentes: organização e rigor, como se pode verificar através da análise do Quadro 6.14. Este item deixou de estar apresentado na mesma tabela, como se fosse mais uma parte do relatório, e foi dividido em três parâmetros: organização, escrita e linguagem científica. Antes de apresentar estes parâmetros e respetivos descritores, indiquei que os mesmos deveriam ser tidos em conta em cada uma das secções do relatório. Retirei a alusão ao critério da coerência (que podia ser inferido a partir da expressão “de acordo com o solicitado”), já que esse critério já tinha sido contemplado nos descritores de cada uma das partes do relatório. Atendendo a que a organização é um critério a ter em conta em todo o relatório, considerei pertinente explicitar todas as formas de comunicação escrita que deveriam ser apresentadas de forma organizada: textos, cálculos, tabelas, esquemas e representações gráficas.

Quadro 6.14.

Descritores referentes à organização, escrita e linguagem científica da segunda versão da rubrica

Parâmetros	1	2	3
Organi- zação	Apresento os textos, cálculos, tabelas, esquemas e representações gráficas de forma pouco organizada.	Apresento os textos, cálculos, tabelas, esquemas e representações gráficas de forma relativamente organizada.	Apresento os textos, cálculos, tabelas, esquemas e representações gráficas de forma muito bem organizada.
Escrita	Escrevo com incorrecções frequentes ao nível da língua portuguesa.	Escrevo com incorrecções pouco frequentes ao nível da língua portuguesa.	Escrevo sem incorrecções ao nível da língua portuguesa.
Linguagem científica	Escrevo com incorrecções frequentes ao nível da terminologia científica.	Escrevo com incorrecções pouco frequentes ao nível da terminologia científica.	Escrevo sem incorrecções ao nível da terminologia científica.

À semelhança do que foi feito com o critério organização, o item “apresentação” também ficou separado dos descritores relativos a cada uma das secções do relatório e passou a designar-se “estrutura e apresentação”. Mais uma vez, indiquei, antes dos descritores, que este parâmetro se referia ao relatório no global. As alterações efetuadas no conteúdo deste parâmetro tiveram em consideração as conceções veiculadas pelos alunos constituídos casos durante a primeira entrevista:

Gustavo – ... mas se tivesse um aspeto atrativo, todo bonito

Prof. – Então, para ti, um aspeto atrativo é estar bonitinho. É isso?

Gustavo – Mais ou menos, é uma atração, e uma pessoa olha e pensa, aquilo é engraçado, deveria ler. Penso porque acontece comigo porque quando eu vou comprar um livro ou buscar um livro à biblioteca vejo a capa, penso aquele tem a capa engraçada, é capaz de ser giro – trago.
(E1)

Compreendi que o significado atribuído ao aspeto atrativo estava relacionado com beleza, o que não coincidia com o que eu pretendia valorizar (que passava, fundamentalmente, por uma diferenciação dos títulos e subtítulos nas várias secções do relatório). Assim, e tal como é ilustrado no Quadro 6.15., em vez de referir o aspeto atrativo, passei a indicar que se pretendia que as diferentes partes do relatório se distinguíssem com facilidade. Deixei de contemplar o critério organização uma vez que, ao se referir que o relatório respeita (ou não) a estrutura proposta está-se a avaliar a sua organização global (e a organização de cada uma das partes já tinha sido contemplada noutra parte da rubrica).

Quadro 6.15.

Descritores referentes à apresentação da segunda versão da rubrica

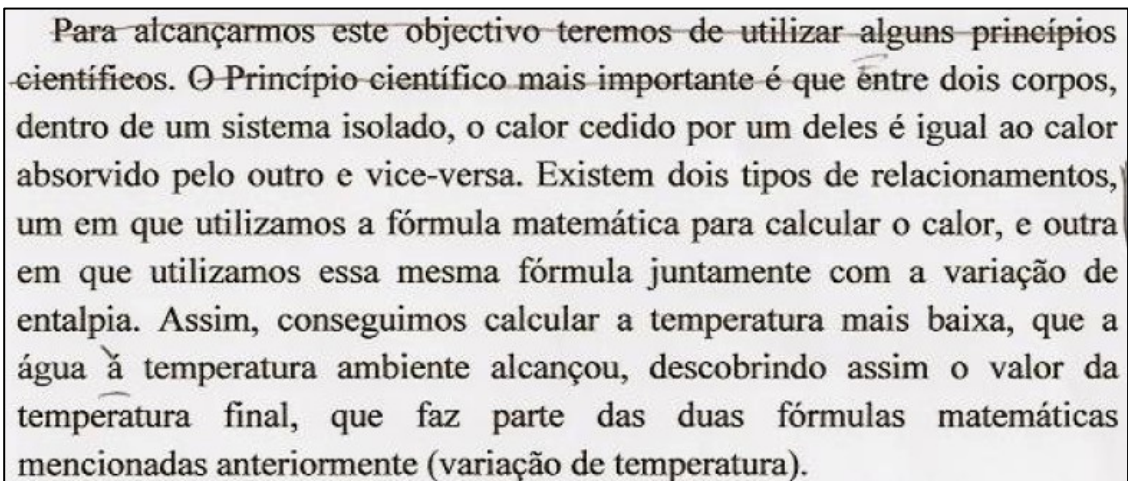
Parâmetros	1	2	3
Estrutura e apresentação	O relatório não respeita a estrutura proposta.	O relatório respeita a estrutura proposta mas as diferentes partes do relatório não se distinguem com facilidade.	O relatório respeita a estrutura proposta e as diferentes partes do relatório distinguem-se com facilidade.

A grelha com os critérios de avaliação

Ao longo do primeiro ano letivo, em que foram realizados três relatórios no âmbito do estudo, observei que, de um modo geral, os alunos da turma não prestavam atenção aos descritores do nível um e dois. Na grande maioria dos casos, regiam-se pelos descritores do último nível e, quanto muito, por vezes, analisavam o indicador do nível anterior para ver a diferença:

Gustavo – Então vá, introdução, os objectivos e os princípios científicos associados à experiência. (lê o nível mais algo da grelha de indicadores de níveis de desempenho) Defino objectivos coerentes com a atividade a realizar e enuncio-os de forma clara e sintética. Então vá, quem é que faz? (T2_A3)

Assim, considerei que a experiência vivenciada pelos alunos com a elaboração dos relatórios os tinha munido das ferramentas necessárias para compreender e utilizar uma grelha que identificasse os critérios a ter em conta em cada um dos itens das várias partes do relatório (anexo 12). Esta grelha (Quadro 6.16) foi entregue e sucintamente explicada antes dos alunos começarem a realizar o relatório da quarta tarefa. Ela foi construída a partir da segunda versão da rubrica: os itens explicitados para cada uma das partes do relatório foram retirados dos descritores. Assim, para a introdução continuaram a ser diferenciados dois itens: definição de objetivos e explicitação dos fundamentos teóricos. A expressão “princípios científicos associados à experiência”, que havia sido utilizada nas duas versões da rubrica, pareceu suscitar dificuldades nos alunos. Estes revelaram dificuldade em perceber o que devia constar nesta parte. Foi frequente não referirem assuntos importantes ou escreverem de uma forma muito ligada à prática, explicando a estratégia que iriam adotar, tal como é ilustrado na Figura 6.2. Talvez o facto de se pedir que justificassem a importância dos princípios científicos no contexto da tarefa os impelisse a descrever a estratégia que iriam adotar. Assim, substitui o termo princípios científicos por fundamentos teóricos, em primeiro lugar, porque o próprio nome poderia ajudar a clarificar que não se pretende qualquer tipo de descrição da parte prática e, em segundo lugar, porque se trata de uma expressão utilizada mais frequentemente e, portanto, poderia ser melhor compreendida pelos alunos.

The image shows a rectangular box containing a text excerpt from a student report. The text is written in a serif font and describes a scientific principle related to heat transfer in an isolated system. It mentions the use of mathematical formulas to calculate heat and temperature changes, and describes an experiment where water is heated to a certain temperature. The text is slightly blurry and has a light background.

Para alcançarmos este objectivo teremos de utilizar alguns princípios científicos. O Princípio científico mais importante é que entre dois corpos, dentro de um sistema isolado, o calor cedido por um deles é igual ao calor absorvido pelo outro e vice-versa. Existem dois tipos de relacionamentos, um em que utilizamos a fórmula matemática para calcular o calor, e outra em que utilizamos essa mesma fórmula juntamente com a variação de entalpia. Assim, conseguimos calcular a temperatura mais baixa, que a água à temperatura ambiente alcançou, descobrindo assim o valor da temperatura final, que faz parte das duas fórmulas matemáticas mencionadas anteriormente (variação de temperatura).

Figura 6.2. Fundamentação teórica do relatório da terceira tarefa do Sandro e da Mariana

Quadro 6.16.

Excerto da grelha com os critérios de avaliação dos relatórios

Partes do relatório	Cotação	Itens	Critérios de avaliação								
			Coerência com o problema/com a estratégia/ com os resultados obtidos	Completude : -abordagem de todos os itens pertinentes, - desenvolvimento de cada um dos itens, - argumentação das afirmações/decisões.			Interligação entre os assuntos abordados	Organização	Rigor (língua portuguesa)	Rigor (terminologia científica)	Correção (analítica, unidades de medida,)
Introdução	10	Definição de objectivos	X								
	30	Explicitação dos fundamentos teóricos	X	X	X	X	X	X	X	X	

À semelhança da introdução, a planificação e o procedimento continuaram a incluir dois itens: apresentação da estratégia seleccionada e previsão dos resultados, assim como descrição dos passos e elaboração de um esquema ilustrativo, respetivamente. De modo a evitar confusões entre o registo e o tratamento de dados (e misturas dos dois), deixou de existir a parte que era designada por resultados, passando o registo e o tratamento de dados a constituir duas partes distintas do relatório (e não subpartes dos resultados).

A parte designada por conclusões & reflexão passou a ser designada por conclusão e crítica e a incluir cinco itens que passo a discriminar: i) indicação das conclusões; ii) comparação dos resultados com as previsões; iii) identificação das fontes de erro; iv) explicação dos efeitos de cada uma das fontes de erro nos resultados; v) sugestão de possíveis alternativas.

Apesar de considerar que a promoção da metacognição é muito importante, verifiquei, ao longo do tempo, uma grande dificuldade, por parte dos alunos, em saber o que escrever na parte da explicação das aprendizagens realizadas. Por um lado, não faria sentido repetir as conclusões retiradas e, por outro, também não me parecia muito adequado incluir dentro desta secção a explicitação das aprendizagens realizadas. Assim, eliminei o item das aprendizagens realizadas.

Tal como a rubrica contém descritores para se fazer uma análise global do relatório quanto à sua estrutura e apresentação, também esta grelha contém uma linha (separada da restante tabela) referente ao relatório global.

Os itens a incluir em cada parte estão associados aos critérios que devem ser tidos em conta através da marcação de uma cruz. Esses critérios são: coerência com o problema/com a estratégia/com os resultados obtidos (conforme a parte do relatório), completude (abordagem de todos os itens pertinentes, desenvolvimento de cada um dos itens e argumentação das afirmações/decisões), interligação entre os assuntos abordados, organização, rigor (língua portuguesa), rigor (terminologia científica) e correção (analítica, unidade de medida,...). A maioria destes critérios já constava nos descritores da segunda versão da rubrica, exceção feita à “interligação entre os assuntos abordados”. A necessidade de o introduzir adveio do facto de os alunos, por vezes, elaborarem determinadas partes do relatório (nomeadamente a introdução) de uma forma que até se poderá considerar organizada, mas com uma fraca interligação entre os vários assuntos abordados. Por vezes, os vários temas eram descritos quase em forma de tópicos, parecendo não haver qualquer relação entre eles, tal como é ilustrado na Figura 6.3.

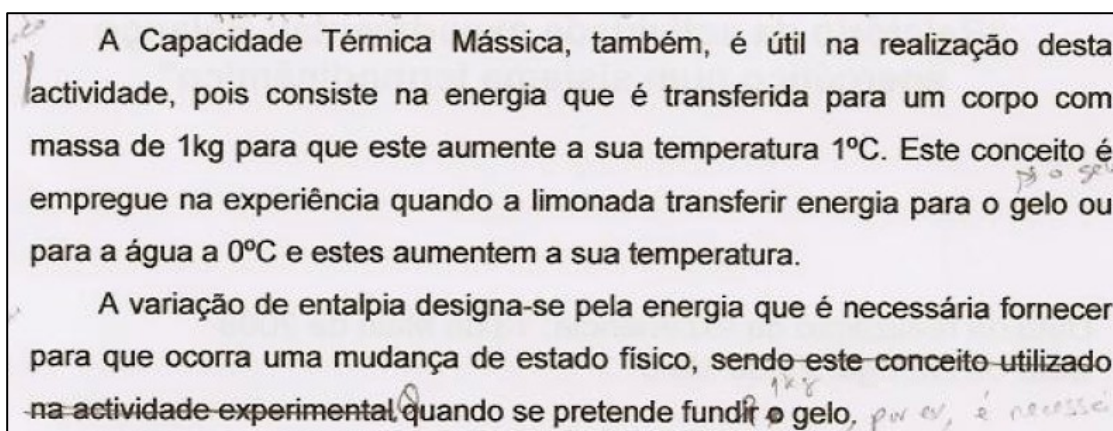


Figura 6.3. Excerto da fundamentação teórica do relatório da terceira tarefa da Sofia, Leonor, Afonso e Tomás

O facto de a “organização”, “escrita” e “linguagem científica” não estarem contemplados nos descritores da rubrica relativos a cada uma das partes do relatório (encontrando-se numa secção à parte) pareceu-me poder constituir uma razão para serem parâmetros menos valorizados. Assim, o facto de esta grelha permitir a visualização, na mesma linha, de todos os critérios valorizados para um determinado item ou parte do relatório poderia constituir uma mais-valia.

Instrumentos de suporte à realização da reflexão escrita

Alguns autores (Semana, 2008) sugerem que se solicite ao aluno uma reflexão sobre a produção com base nos critérios de avaliação definidos. Assim, ao longo deste estudo, pedi-lhes que fizessem uma reflexão escrita sobre a sua produção quando terminassem cada relatório. Porém, apenas a partir da segunda tarefa forneci um instrumento de suporte a essa reflexão. Em seguida, descreverei o que foi solicitado e as razões que me levaram a fornecer este instrumento e a alterá-lo posteriormente.

Primeira tarefa

Na aula em que os alunos realizaram a primeira tarefa, solicitei (oralmente) que, quando concluíssem cada uma das versões do relatório, elaborassem uma reflexão escrita sobre o trabalho desenvolvido. Essa reflexão deveria contemplar um balanço global e uma avaliação de cada um dos parâmetros que constavam na rubrica: introdução, estratégias e previsão de resultados, procedimento, resultados, conclusões, reflexão, organização lógico-temática e terminologia científica e apresentação. Deveria incluir a indicação do nível em que o trabalho apresentado se enquadrava e a justificação para a atribuição desse nível.

Segunda e terceira tarefas

Ao constatar que alguns alunos se esqueceram de realizar a reflexão escrita sobre o trabalho desenvolvido e que vários apresentaram justificações muito sucintas e vagas (como é ilustrado na Figura 6.4.), concebi um instrumento de suporte que foi entregue aos alunos para a reflexão sobre a segunda e terceira tarefas (anexo 13).

Este instrumento foi concebido com base na rubrica que foi entregue para a realização desta tarefa (anexo 11). Consiste numa tabela que indica as várias secções do

relatório e respetivos itens e parâmetros que devem ser contemplados em cada uma dessas secções. Separadamente, inclui uma linha que diz respeito ao relatório global e respetivo parâmetro de avaliação (estrutura e apresentação). Em frente a cada item/parâmetro, os alunos devem indicar o nível de desempenho, de acordo com os descritores da rúbrica e, relativamente a cada uma das secções do relatório, devem fazer uma análise global e justificar os níveis de desempenho atribuídos. O facto de o espaço disponível para as reflexões escritas ser significativamente superior ao que foi utilizado pelos alunos no relatório da primeira tarefa pretendeu constituir mais um alerta para argumentarem as apreciações.

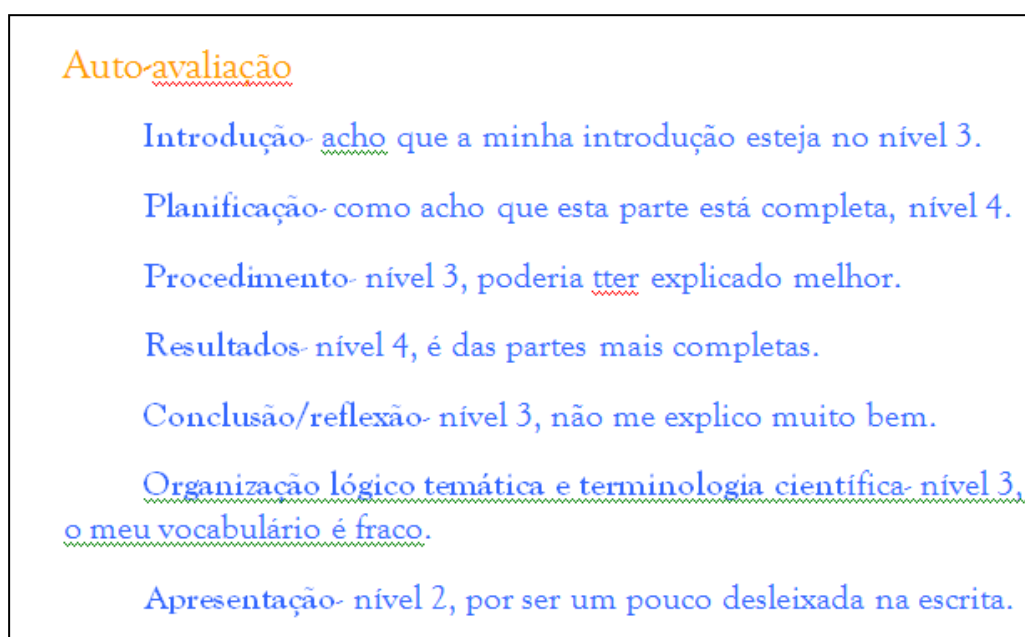


Figura 6.4. Reflexão escrita da Beatriz acerca da segunda versão do relatório da primeira tarefa

Quarta tarefa

Nas aulas em que os alunos realizaram o relatório da segunda tarefa, apercebi-me que, no fim da elaboração do relatório, estes já estavam bastante cansados e desmotivados para fazer a reflexão escrita sobre o trabalho desenvolvido. Em alguns casos, por questões de gestão do tempo, apenas um dos elementos da díade fez a reflexão escrita e também foi frequente limitarem-se a indicar os níveis com base numa perceção global e pouco fundamentada. Esta situação é ilustrada pelas interações entre o Gustavo e o Duarte quando refletiam sobre a primeira versão do relatório da segunda tarefa:

Duarte – Então eu faço isto entretanto.

Gustavo – O quê?

Duarte – Isto da auto...[avaliação]

Gustavo – Sim, era o que eu estava-te a dizer. Mete três, mais ou menos três, nuns metes dois. Tenta olhar é para aqui [a rubrica] mais ou menos, que é para veres mais ou menos. (T2_A3)

Alguns alunos atribuíram níveis inexistentes em determinados parâmetros. Por exemplo, a Luísa e a Maria atribuíram o nível quatro, quer à organização, quer à qualidade da escrita de todas as partes do relatório, conforme é ilustrado na Figura 6.5. Porém, a rubrica contém apenas três níveis de desempenho em relação a estes dois parâmetros. Pareceu-me que a solicitação da atribuição de um nível para cada parâmetro não estava a ter um efeito positivo na promoção da reflexão sobre o trabalho desenvolvido. Neste sentido, o instrumento que foi entregue aos alunos para realizarem a reflexão escrita sobre o quarto relatório (anexo 14) deixou de incluir esta parte e, em vez de solicitar que os alunos fizessem uma análise e justificassem os níveis atribuídos, passou a ser mais específico relativamente à reflexão que se pretendia. Para cada parte do relatório, os alunos deveriam, por um lado, explicitar as dificuldades sentidas e os pontos fracos do trabalho desenvolvido e, por outro, identificar, justificadamente, os pontos fortes.

Parte do relatório	Parâmetro	Nível de desempenho	Apreciação / justificação dos níveis de desempenho atribuídos
Introdução	Objectivos	4	Escolhemos um 3 nos princípios científicos porque consideramos que não justificamos a sua importância no contexto da tarefa. Escolhemos um 4 nos objectivos porque definimos objectivos e anunciamos os de forma clara e simples.
	Princípios científicos	3	
	Organização	4	
	Escrita	4	
	Linguagem científica	3	
Planificação	Estratégia seleccionada	4	Escolhemos um 4 na estratégia seleccionada porque apresentamos a estratégia de forma clara e justificamos cada um dos passos realizados. É explicitada porque não pode existir outra estratégia.
	Previsão dos resultados	—	
	Organização	4	
	Escrita	4	
	Linguagem científica	3	

Figura 6.5. Excerto da reflexão escrita acerca da primeira versão do relatório da segunda tarefa da Luísa e Maria

Síntese

A proposta didática consistiu em quatro tarefas investigativas guiadas em que os alunos tiveram de planificar, recolher dados, interpretar resultados e retirar conclusões para responder às questões-problema. Desenvolveram-se ao longo de dois anos letivos (três foram implementadas no primeiro ano e uma no segundo ano) e foram

enquadradas em unidades temáticas diferentes, duas no âmbito da Química e duas no âmbito da Física. O instrumento de aprendizagem e avaliação sobre o qual incide este estudo é o relatório escrito. A estrutura proposta é semelhante, em algumas partes, à de um relatório tradicional, no entanto, por exemplo, inclui uma secção que consiste na descrição da planificação da atividade. Para apoiar a sua elaboração, assim como o processo de autoavaliação, foram negociados os critérios de avaliação e elaboradas rúbricas que sofreram algumas modificações ao longo do estudo face às lacunas identificadas. Para além disso, foram fornecidos documentos de apoio à reflexão escrita que também foram alvo de reestruturações.

CAPÍTULO 7

O Caso do Gustavo

A análise que se segue foca-se no trabalho desenvolvido pelo Gustavo na realização das tarefas investigativas e dos respetivos relatórios na disciplina de Física e Química. Começo por fazer uma breve apresentação do aluno. De seguida, faço uma análise do processo de apropriação dos critérios de avaliação dos relatórios. Numa primeira fase, procuro compreender o modo como o Gustavo os compreendeu, valorizou e aplicou. Numa segunda fase, analiso o contributo da rúbrica/grelhas com os critérios de avaliação, do relatório-exemplo e relatórios de tarefas anteriores, da interação com os pares e do feedback escrito e oral para a apropriação dos mesmos. Por último, analiso o processo de autoavaliação associado à realização dos relatórios. No final, faço uma síntese dos resultados tendo em conta as questões do estudo.

Apresentação do aluno

O Gustavo tinha quinze anos no início do ano letivo de 2008-2009 e transitou sempre ao longo do seu percurso escolar. De acordo com as respostas ao questionário feito pela Diretora de Turma (e, simultaneamente, investigadora) no início do 10.º ano de escolaridade, as suas disciplinas preferidas eram a Matemática e a Biologia e Geologia e aquela em que sentia mais dificuldades era a Física e Química. Pretendia prosseguir estudos na área da Biologia e justificou a escolha do curso de Ciências e Tecnologias selecionando a opção “porque gosto desta área”. Nos seus tempos livres tocava instrumentos musicais, fazendo parte de uma banda filarmónica, fazia natação, ténis e outros desportos. Participava em muitas atividades, por isso, e de acordo com o

que me disse informalmente em vários momentos, por vezes, tinha pouco tempo para dar continuidade ao trabalho desenvolvido na sala de aula. No questionário que preencheu no início deste estudo, escreveu que estudava Física e Química “escrevendo resumos, fazendo esquemas, tirando apontamentos” (QI).

O Gustavo, ao longo dos dois anos em que decorreu o estudo, teve um desempenho escolar que se poderá considerar satisfatório já que, no final do ano letivo de 2008-2009, obteve uma média de 13,7 valores. Nas disciplinas específicas as suas classificações foram quinze a Matemática, doze a Física e Química e onze a Biologia e Geologia. No ano letivo de 2009-2010 obteve uma média de 13,1 valores e nas disciplinas específicas as suas classificações foram catorze a Matemática, onze a Física e Química e onze a Biologia e Geologia.

Na sala de aula era um aluno com uma postura inconstante. Em algumas aulas (ou momentos da aula) estava atento e intervinha com frequência, colocando questões ou participando em discussões no grupo-turma. Mas, noutros momentos, parecia estar desatento e conversava com os colegas sobre assuntos alheios à aula. Quando era solicitada a realização de tarefas, geralmente, ia intercalando o trabalho com alguma conversa sobre a atualidade ou assuntos do seu interesse, quer fosse realizada individualmente ou em grupo. Vulgarmente, nos momentos iniciais, demorava algum tempo até se concentrar. Gostava de trabalhar em grupo, de partilhar e confrontar ideias com os colegas, embora, por vezes, o fizesse com pouca frequência, nomeadamente com aqueles com quem tinha uma relação próxima e que demonstravam dificuldades nesta disciplina (com esses conversava fundamentalmente sobre assuntos alheios ao trabalho).

No questionário que preencheu no início deste estudo, encarava a Física e a Química como ciências experimentais. No entanto, parecia atribuir à experimentação a função de confirmação do conhecimento adquirido: “Diria que é uma disciplina que estuda toda a matéria existente no Universo, e que se faz experiências para comprovar as nossas conclusões” (QI). No âmbito académico, considerava que as experiências servem para ilustrar e facilitar a compreensão dos conhecimentos adquiridos teoricamente: “penso que com as nossas ideias podem ser melhoradas quando se vê o resultado experimentalmente” (QI). Referiu que gostava da disciplina porque são abordadas “matérias interessantes”, mas fundamentalmente porque se realizam “muitas experiências”, sendo esta a atividade que mais gostava de fazer. Porém, a experiência

que teve no ensino básico, tanto ao nível da realização de atividades experimentais como dos respetivos relatórios foi escassa:

Para já, eu não estou muito habituado a fazer, assim, estas experiências. (...) As atividades experimentais não estou muito habituado a fazer isso nas aulas de Física e Química e assim. É muito raro o que eu fazia, logo gosto de fazer estas atividades (...) E aprendi a elaborar um relatório bem feito, que era coisa que eu também não sabia fazer. (E1)

Foi raro elaborar relatórios no básico. (E5)

A experiência de levar a cabo o processo de autoavaliação foi igualmente reduzida, na medida em que foi pouco frequente (cingia-se ao final de cada período) e muito limitada porque, na maioria das vezes, não pressupunha a explicitação de uma reflexão:

Tinha feito a autoavaliação normal nos finais de período só, mas quanto a trabalhos, quanto a coisas escritas assim não, nunca tinha feito (...) De onde eu vim não costumam [pedir que façamos a autoavaliação com base nos critérios de avaliação], porque chegavam ao final do período e diziam só mesmo qual é que era a nota que nós queríamos. Depois, de vez em quando, havia algum professor que nos perguntava porque é que a merecíamos, mas não eram todos, eram só alguns. (E1)

Os critérios de avaliação

Análise do processo de apropriação dos critérios de avaliação

Introdução

Objetivos. Ao longo do estudo parece haver algum progresso relativamente à definição dos objetivos. Na primeira tarefa, o Gustavo definiu um objetivo *incoerente* com a atividade realizada. Contudo, os cálculos e as conclusões foram ao encontro do real objetivo da tarefa. Durante a entrevista, conseguiu defini-lo corretamente (fala 4) e identificou a causa desta falta de coerência - dificuldades de expressão (fala 2):

1. Inv. – Mas, na introdução, tu tinhas dito que o objetivo desta atividade é “descobrir qual das areias tem um preço menor”.
2. Gustavo – Exato. Foi um erro de português mesmo. Eu estava a pensar numa coisa e escrevi outra.
3. Inv. – Então, explica-me lá que erro é que foi esse.

4. Gustavo – Foi dizer qual das areias porque o objetivo não era saber se era a areia do rio ou se era a areia amarela qual era a mais cara, era saber qual o estaleiro que vendia os dois tipos de areia mais barato.
5. Inv. – Mas percebeste o objetivo desde o início ou só ontem, na aula, quando nós falamos nisso, é que ficaste a perceber, mesmo, qual é que era o objetivo?
6. Gustavo – Eu tinha percebido o objetivo, foi mesmo o erro aqui. (E1)

Na segunda tarefa, teve dificuldade em definir um objetivo autonomamente e, por isso, solicitou tanto o meu auxílio como o do colega (falas 1, 3, 6 e 8):

1. Gustavo – Ó stora, aí nos objetivos, nós ao início não tínhamos objetivo. O objetivo era resolver a ficha.
2. Prof. – Então, leiam lá o início da vossa ficha.
(o Gustavo lê o primeiro parágrafo da ficha)
3. Gustavo – Objetivo (silêncio), leiam lá a ficha. Ó Duarte tens de me ajudar. (...) A stora disse “lê lá o início”, mas quais é que são os objetivos disto?
4. Duarte – Então, tu vais lendo e eu vou ouvindo para ver se encontro algum objetivo.
(...)
(o Gustavo lê alto o primeiro parágrafo)
5. Duarte – Temos os nossos objetivos aí.
6. Gustavo – É?
7. Duarte – Explorar a Lei de Avogadro.
8. Gustavo – Ya, ó stora, então será isto o objetivo: explorar uma simulação para estudar a Lei de Avogadro? (T2_A3)

Na primeira versão do relatório foi definido apenas um objetivo: “explorar a Lei de Avogadro, através de uma simulação com um balão de vidro e com vários tipos de gases”. No entanto, perante o comentário escrito: “Este é o único objetivo? Qual o objetivo associado à 2ª questão? E à 3ª questão?”, conseguiram, na segunda versão, definir mais dois:

relacionar o volume molar de vários gases, seja em condições PTN (pressão e temperatura normal), ou noutro tipo de condições, desde que ao se experimentar com os diferentes gases, a temperatura, a pressão e o volume se mantenham;
comentar a forma como o conhecimento na ciência tem evoluindo ao longo dos séculos. (R2_V2)

Na terceira tarefa, ao ler o problema pela primeira vez, o Gustavo revelou estar incerto relativamente ao objetivo. Perguntou se a escolha do processo mais eficaz implicava identificar a situação em que a limonada arrefecia mais depressa ou arrefecia mais. Ao remetê-lo para o problema, recordando que pretendíamos obter uma limonada

fresquinha porque estávamos no Verão, concluiu que se pretendia identificar o processo que permitia diminuir mais a temperatura da limonada. Assim, o feedback oral parece ter contribuído para que a ambiguidade que surgiu após a primeira leitura da questão-problema desse lugar à definição do objetivo pretendido: “Isto diz aqui, já pensaram qual o processo mais eficaz para arrefecer a limonada. Então, penso que seja... o objetivo é: qual é que é o que mete a limonada mais fria” (T3_A1).

Na quarta tarefa, o Gustavo conseguiu definir o objetivo oralmente, em mais do que uma situação, observando-se uma melhoria da sua especificidade ao longo do tempo:

O objetivo é construirmos o escorrega, é planearmos a construção do escorrega.

(...)

O objetivo disto tudo é a gente planificarmos um escorrega para que um objeto de qualquer massa seja caia sempre entre cinco e doze [metros], certo? (T4_A1)

... a experiência é para vermos como é que afeta o alcance que é para depois fazermos contas e, através das regras [legislação], fazermos um escorrega nosso. (T4_S1)

Assim sendo, nas primeiras três tarefas, o Gustavo revelou ter tido dificuldade a definir objetivos a partir da leitura do guião da tarefa. Na primeira, aparentemente devido a dificuldades de expressão, definiu um objetivo incoerente com a atividade que desenvolveu. Na segunda, não conseguiu fazer qualquer proposta e, na terceira, devido a dificuldades na interpretação da questão-problema, inicialmente, estava incerto, tendo identificado dois objetivos possíveis. Ao contrário do que se verificou na primeira tarefa, nas seguintes, ele procurou auxílio para colmatar as dificuldades sentidas, verificando-se que, na terceira, tomou medidas para garantir a definição de um objetivo coerente com o que era pretendido. Este facto e o seu sucesso na terceira e quarta tarefas parecem, então, apontar para o desenvolvimento da autorregulação no que diz respeito à definição de objetivos coerentes.

No que diz respeito à *síntese*, durante a segunda entrevista, emergiu uma tensão entre os padrões autoimpostos e o pretendido, na medida em que o Gustavo parecia considerar que a clareza implicava que o objetivo fosse escrito de modo a que uma pessoa que não esteja dentro do assunto o consiga perceber e, por isso, devia incluir definições (fala 1). O Gustavo revelou desconhecer o significado da palavra sintético (utilizada nos descritores) e, por isso, não saber exatamente como proceder de modo a ir

ao encontro deste critério de avaliação (fala 2). No seguimento da identificação desta lacuna procurei explicitar o significado da palavra e dar um exemplo de um objetivo definido por ele (e colega) que não cumpria este critério (fala 3):

1. Gustavo – Penso que uma pessoa que leia qualquer coisa de forma clara e sintética, mesmo que não entenda muito sobre o assunto, vai entender o que era necessário fazer e eu, então (...), tentei-me colocar como uma pessoa que não conhecia isto e fui ler os objetivos para essa pessoa que não conhecesse sobre, neste caso, a Lei de Avogadro e isso, soubesse e conseguisse ver quais é que eram os nossos objetivos.
(...)
2. Gustavo – O que é que a stora aqui queria dizer com sintético? Eu fiquei assim “de forma clara e sintética” ahh, fiquei... De forma clara, era de uma forma que se entendesse bem. Sintética, eu pensei que também teria, se for preciso, algo a ver com isso, de se entender corretamente. Fiquei assim um bocadinho... mas não entendi bem o que é que stora queria dizer com sintética aqui.
3. Inv. – Sintético significa de uma forma resumida. Um objetivo não deve... Por exemplo, tu aqui no teu objetivo, no fundo, enuncias a Lei de Avogadro, não é? No fundo estás, no meio do objetivo, a enunciar a Lei de Avogadro. Ora, ao fazeres isso, não estás a ser muito sintético. Os objetivos têm mesmo de ser objetivos: muito claros e diretos ao assunto, sem grandes rodeios. (...) Por isso é que deve ser uma coisa pequena. Não devemos enrolar ali com muitas informações adicionais. Deve ser uma coisa muito direta. (E2)

Na terceira tarefa, durante a interação com os colegas de grupo, o Gustavo parece compreender que a fundamentação teórica deve seguir-se aos objetivos e não deve ser incluída na definição dos mesmos:

Maria – Então vá, a introdução tem os objetivos. Definam objetivos coerentes com a atividade e enuncia de forma clara e sintética. (...)

Duarte – Não, temos de dizer a perspetiva, ou seja, é mais ou menos a resposta à primeira pergunta.

Gustavo – Não, isto, o que pede aí, é só dizer qual é que é o objetivo. Depois aqui [no descritor referente aos princípios científicos] é que se diz o resto. (T3_S1)

Assim, atendendo ao objetivo que definiu oralmente durante a aula e ao seu discurso durante a elaboração do relatório, parecem existir indícios da compreensão do que se pretende relativamente à síntese. No entanto, o seu discurso, na quarta entrevista, sugere que os padrões autoimpostos voltaram a emergir, uma vez que considerou importante que tivesse sido definido, dentro do objetivo, as grandezas lá mencionadas:

1. Inv. – Para um objetivo ser bem formulado que critérios deve seguir?
2. Gustavo – (...) É de forma sintética porque, pronto, penso que não está muito elaborado e entende-se o que é que se devia fazer. O máximo que alguém podia não entender era o que era o alcance e a gente dissemos que aqui. Pronto, tentámos explicar aqui algo por causa do x. (...) Há sempre qualquer coisa que falha, mas, como pensamos nós que atinge o parâmetro máximo, colocámos que era o ponto forte do nosso relatório.
3. Inv. – Então, mas repara lá, uma coisa sintética quer dizer que é uma coisa que vai muito direto, vai muito direto ao assunto.
4. Gustavo – Exato.
5. Inv. – Vocês, por exemplo, em relação ao alcance não tinham oportunidade mais tarde, ao longo da vossa introdução, de explicar detalhadamente o que é o alcance, como é que se calcula o alcance? Será que essa explicação do que é que é o alcance tinha que estar dentro do vosso objetivo?
6. Gustavo – Não tinha que estar, mas achámos melhor colocarmos cá porque, por exemplo, se quem vai ler, lê o alcance e depois, por exemplo, não sabe o que é... Aqui nem está muito bem explícito o que é, mas se não sabe o que é, fica naquela, continua a ler mas está a pensar no que é que é o alcance e enquanto se colocarmos logo a seguir o que é, pronto, a pessoa tem logo a noção do que é o alcance. Não está a esperar... Também não estaria mal estar cá mais para a frente, mas penso, pelo menos na minha opinião, acho que é mais correto ter a palavra e depois ter a definição do que é e não depois virmos cá mais para a frente e vermos o que é que é. (E4)

Fundamentação teórica. Ao longo das quatro tarefas, o Gustavo demonstrou alguma dificuldade na seleção dos conteúdos relevantes para a elaboração das fundamentações teóricas. Na primeira versão do relatório da primeira tarefa, esta secção resumiu-se a uma frase: “Esta experiência está relacionada com a massa volúmica pois esta permite-nos calcular duas medidas diferentes, a massa e o volume”. Por isso, escrevi o seguinte comentário: “Tentas explicar porque precisas de saber a massa volúmica, mas será que explicas o que é a massa volúmica?”. Na segunda versão, acrescentou, entre parêntesis, a definição desta grandeza (Figura 7.1).

Esta experiência está relacionada com a massa volúmica (quantidade de massa que cabe num certo espaço - volume) pois esta permite-nos relacionar as duas medidas diferentes que nos são atribuídas - a massa e o volume.

Figura 7.1. Fundamentação teórica da segunda versão do relatório da primeira tarefa

O feedback parece tê-lo ajudado a compreender a necessidade de definir as grandezas que serão estudadas ou utilizadas na resolução dos problemas:

Gustavo – Penso que uma pessoa, como se diz, também aprende com os erros, não é?

(...)

Inv. – Dá-me lá um exemplo.

Gustavo – Um exemplo? Aqui na introdução, por exemplo, quando a stora diz para eu explicar o que é a massa volúmica, se para uma próxima vez eu utilizar a massa volúmica e também a terei de referir na introdução e daí explicá-la de uma forma detalhada.

Inv. – Então, e se não for a massa volúmica, se for outro assunto qualquer?

Gustavo – Se for outro assunto também (...) eu dei o exemplo da massa volúmica. (E1)

Os relatórios da segunda tarefa parecem evidenciar alguma evolução, uma vez que a primeira versão já incluiu a definição de uma grandeza essencial, o volume molar (Figura 7.2). No entanto, para que fosse melhorada a completude, escrevi dois comentários: um sugeria que enunciassem a Lei de Avogadro e o outro que explicassem o funcionamento da simulação. Como é possível observar na Figura 7.3, a segunda versão da introdução passou a incluir os assuntos sugeridos. Mas, relativamente à explicação do funcionamento da simulação, a díade incluiu informações muito específicas e acessórias (algumas delas seriam disponibilizadas, posteriormente, noutras partes do relatório), como o valor da temperatura, do volume do balão, a indicação da funcionalidade da tecla TARE. Assim sendo, a seleção da informação parece não ter sido a mais adequada.

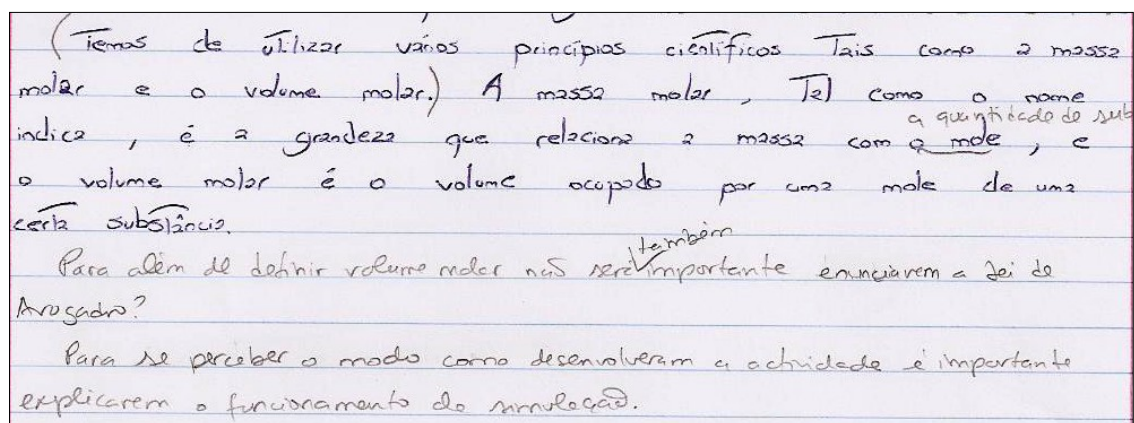


Figura 7.2. Excerto da introdução comentada da primeira versão do relatório da segunda tarefa

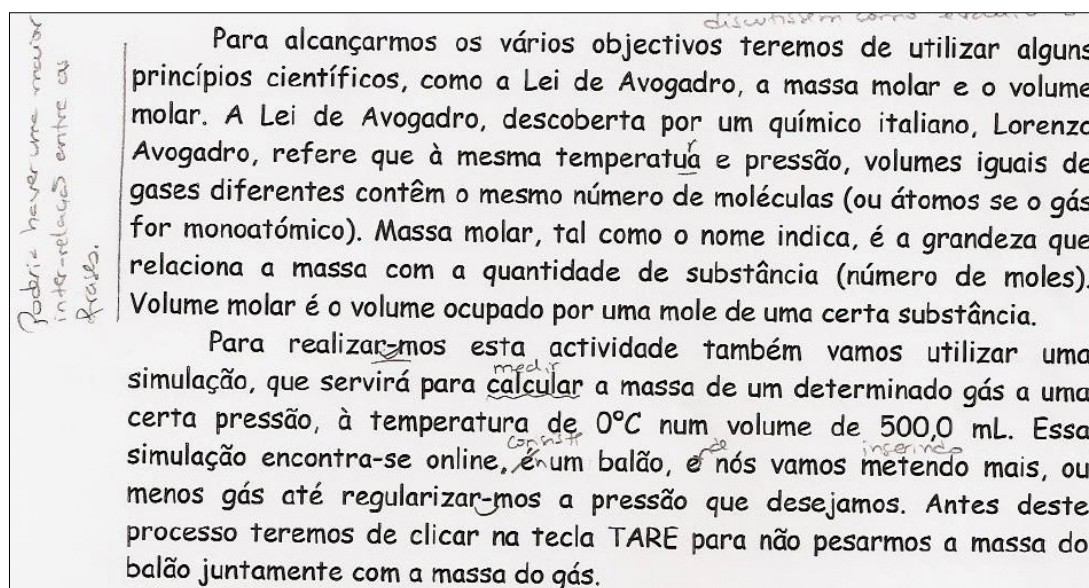


Figura 7.3. Excerto da introdução da segunda versão do relatório da segunda tarefa

A partir da análise do desenvolvimento do relatório da terceira tarefa emergiu a estratégia utilizada pelo Gustavo na seleção dos princípios científicos a abordar. Esta parece ser feita a partir da observação dos cálculos efetuados (falas 1 a 4). Por vezes, o aluno parece até rejeitar a explicação de grandezas que (supostamente) não tenham sido utilizadas nos cálculos realizados (falas 5 e 6):

1. Maria – É que esta do explicar os princípios científicos é que é... associados à experiência e justificar a importância no contexto da tarefa.
(...)
2. Gustavo – Temos de dizer esta cena, olha, das contas.
3. Maria – Tens de dizer aquilo, é a matéria que nós agora andamos a dar.
4. Gustavo – Ya. Das contas que nós fizemos, olha, vai ser preciso a cena da entalpia, vai ser preciso o calor, vai ser preciso a massa... ahh, mais? O que é que vai ser preciso mais? (T3_S1)
5. Inês – Capacidade térmica mássica.
6. Gustavo – Não utilizámos nada disso nas contas! (T3_S2)

Esta forma de seleccionar os conceitos evidencia uma concepção redutora e, de certa forma, incorreta do que é uma fundamentação teórica. Os assuntos relevantes que não constituíam grandezas mensuráveis (utilizadas nos cálculos) foram propostos por outros elementos do grupo que não o Gustavo, nomeadamente o fenómeno de convecção (falas 1 e 4). Para além disso, verifica-se alguma dificuldade na seleção dos conceitos relevantes a partir da identificação das grandezas utilizadas nos cálculos (falas 5 e 7):

1. Maria – As coisas de convecção. As correntes, por causa de...
2. Gustavo – Também pode, sim. (T3_S1)
3. Inês – Os princípios científicos associados à experiência tens de dizer mesmo bué explicadinho.
4. Miguel – Então, condução, convecção, entalpia, calor...
5. Gustavo – Massas.
6. Miguel – Massas e...
7. Gustavo – Temperaturas finais e iniciais. (T3_S2)

Embora a variação de temperatura do sistema dependa da sua massa, não seria importante explicar o que é a massa ou de que forma esta influencia a variação de temperatura nas trocas de energia.

Na preparação da quarta tarefa, o Gustavo elaborou uma fundamentação teórica muito sucinta sugerindo que permaneceram as dificuldades na seleção e desenvolvimento dos assuntos. Ele próprio o assumiu aos colegas: “Quando eu tive a fazer a minha planificação eu senti alguma dificuldade... em definir todos os fundamentos teóricos” (T4_A3).

Durante a entrevista, ao analisar as variáveis que constavam nas expressões matemáticas presentes na fundamentação teórica, constatou que estas não permitiam justificar a influência de algumas variáveis no alcance dos corpos e, por isso, sugeriu a inclusão de outras expressões, o que apoia a necessidade de orientação na seleção dos conteúdos:

Inv. – E então, portanto, vocês dizem que o alcance varia com a altura vertical, a altura do troço da parte horizontal do escorrega, a massa do corpo e a inclinação do escorrega. Então, onde é que vocês foram buscar estas variáveis, de onde é que surgiram?

Gustavo – Basicamente das fórmulas que a gente tínhamos colocado na planificação.

(...)

Inv. – Portanto, no fundo não foi a partir destas expressões que vocês identificaram as variáveis que estão...

Gustavo – Pois não, tanto que falta aqui [silêncio]. Eu acho que falta aqui qualquer coisa, porque, pronto, porque falta também metermos aqui uma fórmula para sabermos este v zero, porque este v zero depois depende também da altura do escorrega. (E4)

Verifica-se, então, que após a realização da primeira tarefa, o Gustavo parece ter adotado a estratégia de recorrer à observação dos cálculos efetuados para identificar os princípios científicos relevantes. Tal levou a que tivessem sido definidos mais conceitos importantes nos relatórios da segunda do que nos da primeira tarefa. Porém, esta

estratégia fez com que tivessem sido ignorados assuntos importantes e abordados outros pouco relevantes. Quando foram feitas sugestões de temas a incluir (na primeira versão do relatório da segunda tarefa), o Gustavo passou a contemplá-los, na segunda versão e, quando foi feita a análise dos relatórios da quarta tarefa, ele acabou por identificar um item em falta, sugerindo que o aluno continua a necessitar de apoio na seleção de conteúdos para a elaboração da fundamentação teórica.

Pareceu existir dificuldade, não só na seleção, como também no *desenvolvimento* dos temas, já que as fundamentações teóricas realizadas pelo Gustavo (as primeiras versões dos relatórios das duas primeiras tarefas e a que foi preparada antes do desenvolvimento da quarta tarefa) foram muito sucintas. Apesar de a rúbrica explicitar, no nível mais elevado, a necessidade de desenvolver cada um dos itens, parece não ter havido da sua parte uma preocupação a este nível aquando a elaboração da primeira versão do relatório da primeira tarefa. O Gustavo admitiu, durante a entrevista, não ter explicado os assuntos de forma detalhada:

Inv – E achas que fizeste um enquadramento teórico ou explicaste os vários assuntos que estão relacionados com a experiência ou que poderão ser úteis depois para a realização da experiência de uma forma detalhada?

Gustavo – Detalhada, não. Falei assim por alto e por minhas palavras, não foi assim muito detalhada. (E1)

Tanto na primeira como na segunda versão do relatório da primeira tarefa, o Gustavo parece ter recorrido apenas àquilo que sabia e não efetuou qualquer pesquisa para confirmar/corrigir as suas ideias ou complementá-las:

Inv. – E essa definição que tu colocaste [na segunda versão], como é que tu chegaste até ela?

Gustavo – Foi pelo nome das palavrinhas, massa volúmica, massa é a massa, o peso, e o volume um certo espaço. Eu sei o que é o volume. Não consigo explicar muito bem, mas,... A partir do nome tentei.... (E1)

Na segunda tarefa, a interação entre a díade volta a ilustrar a mesma estratégia - inicialmente, os alunos pareciam querer definir a grandeza a partir da análise do seu nome. No entanto, desta vez, também consultaram o caderno e, quando encontraram algo escrito sobre o assunto, copiaram para o relatório (apesar de não ser uma definição, ser vago e pouco rigoroso):

Gustavo – Olha lá, a massa molar é o quê?

(...)

Duarte – Pá, é fácil pensares, a massa molar...

Gustavo – É a massa de cada mole.

Duarte – Não, a massa molar é a massa, é quantas moles existe por peso... mas é qualquer coisa assim do género. Ah, tá aqui, tá aqui [no caderno], relaciona a massa com o mole. Relaciona a massa com o mole, não é stora? É que só agora é que eu encontrei o que tá aqui escrito.

Gustavo – Relaciona a massa com o mole. (T2_A3)

Ao longo dos quatro relatórios, apenas existe evidência do recurso pontual ao caderno para a elaboração da fundamentação teórica. Para além disso, sempre que possível, o Gustavo acabou por deixar ao encargo de outro(s) colega(s) a realização desta secção. Na terceira tarefa, atendendo à dificuldade em desenvolver os conceitos identificados como relevantes, optaram, no primeiro encontro, por passar à frente e não desenvolver esta parte do relatório (que acabou por ser elaborada fundamentalmente por um dos elementos do grupo, após o segundo encontro). Na quarta tarefa, foi a fundamentação teórica desenvolvida previamente por uma das colegas de grupo que acabou por ser apresentada no relatório do grupo.

Na generalidade, observou-se alguma falta de cuidado relativamente ao *rigor*, uma vez que as grandezas geralmente foram definidas a partir daquilo que o Gustavo pensava, recorrendo a pouca ou nenhuma pesquisa. Na primeira versão do relatório da primeira tarefa, utilizou um discurso vago, como assumiu durante a entrevista: “Falei assim por alto e por minhas palavras” (E1). Apesar de se valorizar a utilização de um discurso próprio (e não uma mera cópia do manual escolar ou de outras fontes), é fundamental que o conteúdo esteja correto linguística e cientificamente, o que parece ter sido colocado em segundo plano pelo Gustavo. Ele escreveu que a massa volúmica “permite-nos calcular duas medidas diferentes, a massa e o volume”, o que está incorreto e não caracteriza esta grandeza. Assim, sublinhei o excerto “permite-nos calcular duas” e escrevi: “explica melhor o que queres dizer com isto”. Na segunda versão, alterou a redação: “Esta experiência está relacionada com a massa volúmica (quantidade de massa que cabe num certo espaço-volume) pois esta permite-nos relacionar as duas medidas diferentes que nos são atribuídas - a massa e o volume”. Assim sendo, o feedback parece ter favorecido uma melhoria do rigor entre as duas versões.

No que diz respeito à *organização* da introdução, verifica-se que, tanto nos relatórios da primeira como da segunda tarefa (aqueles em que o Gustavo efetivamente colaborou no desenvolvimento desta secção), começou pela definição dos objetivos e

depois passou para a fundamentação teórica. Os assuntos parecem estar ordenados, no entanto, observa-se alguma falta de interligação entre os mesmos, fundamentalmente nos relatórios da segunda tarefa (nos relatórios da primeira tarefa a fundamentação teórica é muitíssimo reduzida).

Planificação

Estratégias. A *delineação de estratégias* para resolver o(s) problema(s) parece ter ocorrido com facilidade em algumas tarefas e ter sido mais problemática noutras. Na primeira, depois da discussão realizada com o grupo-turma, o Gustavo conseguiu propor um caminho a seguir. Embora o esclarecimento fornecido a uma aluna acerca da determinação da densidade relativa pareça ter suscitado a ideia que seria necessário determiná-la (fala 1), ao discutir esse assunto comigo, o Gustavo regressou à proposta inicial, determinar experimentalmente a massa volúmica da areia, e complementou-a (fala 2):

1. Mas eu estava a pensar também isso, saber quanto é que... imagine saber quantas gramas de terra é que ocupa um centímetro cúbico. (...) E depois, isto da água, a stora já tinha dito que é um grama por centímetro cúbico. (...) Isto a gente já sabemos, agora é saber quantas gramas é que ocupa um centímetro cúbico da areia. Depois aí já conseguimos fazer a conta, que era aquilo que a stora tem ali. (...)
2. Temos de saber quanto é que ocupa. Isso é o que vamos ter de fazer com a proveta ou com outra coisa qualquer. (T1_A2)

Na terceira tarefa, também conseguiu propor uma estratégia adequada à resolução do problema. Sugeri que se colocasse uma determinada massa de água à mesma temperatura em dois gobelés (falas 2 e 4) e se adicionasse, num deles, uma determinada massa de água fria e, no outro, a mesma massa de gelo (fala 7) e, por fim, se medisse a temperatura (final) do sistema (fala 8):

1. Maria – Dois gobelés...
2. Gustavo - com 100 gramas de água.
3. Maria – Nos dois, né?
4. Gustavo - à mesma temperatura, né?
5. Prof. – O que é que têm de fazer?
6. Gustavo – Meter um termómetro.
(...)
7. Gustavo – Então, depois vamos arranjar o quê? Pode ser dez gramas de água e dez gramas de gelo.

(...)

8. Gustavo – Então, pronto, isto é o material que nós precisamos. Agora temos de ver a temperatura da água do gobelé. (T3_A1)

Todavia, nas tarefas em que não foram apontadas pistas relativamente ao caminho a seguir (em que não houve lugar a uma discussão prévia no grupo-turma), o Gustavo evidenciou dificuldades. No caso da segunda tarefa, na identificação da informação relevante do guião (fala 1), na interpretação do funcionamento da simulação (falas 3 e 5), na identificação dos cálculos a realizar (fala 7) e na compreensão do que se pretendia que fosse comentado relativamente à forma como se produz conhecimento em ciência (fala 8):

1. Gustavo – Aqui o que pede é para provarmos ou contrariarmos a ideia que, à mesma temperatura e pressão, volumes iguais de gases diferentes contêm o mesmo número de moléculas. Correto? (...) Pronto, então, à mesma temperatura. Isto aqui [a simulação] não fala em temperatura, pois não?
2. Prof. – Vocês têm aqui a falar: a temperatura do gás, nesta simulação, é mantida sempre a 0 graus Celsius.
3. Gustavo – Exatamente. Então é 0 graus. A pressão é sempre a mesma.
4. Prof. – É, não. Pode ser, certo? Vocês vão encher com o gás até onde quiserem. (...)
5. Gustavo – Volumes iguais, temos de encher sempre o balão todo, não é?
6. Prof. – Quando tu metes, quando tu enches um balão com gás, um balão de vidro, o gás ocupa só um bocadinho do balão ou ocupa o balão todo, ou espalha-se pelo balão todo? (...)
7. Gustavo – O volume é sempre o mesmo, a temperatura também é sempre a mesma, portanto temos de controlar aqui é a pressão. Mas depois como é que a gente pode saber se o mesmo, se há o mesmo número de moléculas ou não, aqui, assim? (T2_A1) (...)
8. Gustavo – Ó stora, aqui, na três, para nós fazermos um comentário à forma como se produz conhecimento em ciência, nós temos de dizer que: mas no nosso tempo não é bem como está aqui? (T2_A2)

Na quarta tarefa, ao longo da aula, o Gustavo fez propostas para dar resposta a alguns aspetos solicitados - identificou o que se poderia fazer experimentalmente para verificar se havia conservação da energia mecânica (fala 1), propôs uma forma de determinar a velocidade instantânea (fala 3) e fez sugestões para minimizar os erros na determinação do valor da velocidade (falas 4 a 10):

1. Gustavo – Imagina aqui é A, aqui é B, basta fazer esses pontos para ver a energia mecânica. (...) Nós assim estamos a calcular a velocidade média!
(...)
2. Luísa – Tem de ser a velocidade instantânea.
3. Gustavo – Então temos de meter uma célula aqui. (...) Aquilo há uma função, tipo, imagina, ele conta, imagina que isto são dois centímetros daqui aqui [o diâmetro do corpo]. Então ele, o digitímetro, só com uma célula, conta quanto tempo é que, tipo, os dois centímetros demoram a passar. (...) E depois, tipo, dá 0,5 segundos, e depois divides os dois centímetros, que é isto, pelo tempo que isto demorou a passar. (...) E tens a velocidade.
(...)
4. Luísa – Qual é que é a massa que querem manter? A do grande ou do pequeno?
5. Gustavo – Eu acho que a do grande, porque a do grande não só...
6. Luísa – Vai a direito. A outra faz assim não é?
7. Gustavo – E por causa daquilo que a stora disse. Há menos força de atrito. Aqui, tens aqui isto tudo a tocar no pequeno, o grande só tens isto.
(...)
8. Gustavo – E agora o cronómetro só pode contar daqui aqui.
9. Beatriz – Pois, mas isso vai ser difícil.
10. Gustavo – Pois, mas tem de ser. Não há outra maneira. Só se prolongarmos isto [troço horizontal]. Isto pode não ser pequenino.
(T4_A1)

Apesar de se verificar um certo à-vontade na delineação de algumas etapas e uma preocupação com a redução de erros (que não se verificou nas tarefas anteriores), o Gustavo nada escreveu previamente (na preparação do relatório feita extra-aula) na secção da planificação:

Gustavo – Então, começamos com o quê? Com a planificação né?

Luísa – Ah, eu não fiz o esquema.

Gustavo – Eu só fiz o esquema, de resto, depois, tipo, dahh. (T4_A1)

O Gustavo não conseguiu deduzir (nem foi pesquisar) a expressão que lhe permitiria determinar o alcance, o que poderá, em parte, justificar esta situação, atendendo a que, nas últimas tarefas, a secção da planificação se centrou na descrição dos cálculos efetuados:

Gustavo – Eu não tou a ver, a gente não conseguimos calcular, pois não?

Ou como é que a gente podemos calcular?

Luísa – O quê?

Gustavo – Depois quando é que ele chega aqui.

Luísa – É assim, há uma fórmula que compara as leis do movimento com, com o alcance e que é esta. (T4_A1)

Há também evidências de alguma desvalorização relativamente à necessidade de delinear uma estratégia. Na segunda tarefa, a certa altura, verificou-se que os alunos recolheram e trataram os dados pensando que estariam a proceder de modo a responder a uma alínea, quando, na realidade, estavam a recolher dados para responder a outra. Para além disso, não discutiram, antes de começarem a responder à terceira questão (o comentário sobre a forma como se produz o conhecimento em ciência), que assuntos iriam abordar e de que forma iriam estruturar o texto. Na terceira tarefa, ao ser impelido a avançar para a elaboração desta parte do relatório, o Gustavo respondeu: “Estratégia é fazermos as coisas. Ora aí está a minha estratégia.” (T3_S1). Este tipo de comentário não emergiu relativamente a outras secções do relatório e sugere que o aluno considera que o importante é fazer “as coisas” e chegar a uma solução para o problema, sendo menos relevante a explicitação da estratégia utilizada.

No que diz respeito à *completude e desenvolvimento*, de um modo geral, o Gustavo demonstrou dificuldade na apresentação das estratégias, não só quando foi solicitado que o fizesse antes de a implementar (na quarta tarefa), como também quando o fez após o desenvolvimento das tarefas. Nem o facto de já ter desenvolvido a tarefa, nem de ter demonstrado facilidade na delineação da estratégia (na primeira e terceira tarefas) foi suficiente para que as produções realizadas ou as suas propostas fossem ao encontro do esperado. A planificação no relatório da primeira tarefa assemelhou-se ao procedimento (Figura 7.4), parecendo até haver alguma confusão entre estas duas secções (fala 1). Depois da análise e discussão de ambas as versões deste relatório (durante a entrevista), o Gustavo parece ter compreendido que se pretendia mais do que uma descrição sucinta da execução experimental (falas 3, 7 e 9). Porém, as suas propostas, na segunda e terceira tarefas, passaram a centrar-se quase exclusivamente na explicação dos cálculos a efetuar (falas 10 a 15):

1. A planificação é parecido com o procedimento porque vais ter de dizer os passos. (Gustavo, T2_A3)
2. Inv – Então achas que deste, que respondeste [na segunda versão] de acordo, no fundo, com o comentário que eu te fiz aqui [“O que farias depois para dar uma resposta aos problemas?”]?
(...)
3. Gustavo – Por um lado sim, mas podia estar mais... melhor explicado. Eu tentei explicar o que iria ser preciso fazer no fim [“Seguidamente só

- será necessário realizar os cálculos e obteremos a massa volúmica de cada uma das areias” (R1_V2)], só que visto assim parece que não expliquei tão bem, podia ter dito mais uns pormenores, o que era preciso fazer para calcular a massa volúmica.
4. Inv. – Portanto, achas que faltava aí explicar como é que ias calcular a massa volúmica, concretamente, é isso? E tu respondes ao teu problema apenas com o cálculo da massa volúmica?
 5. Gustavo – Não, mas...
 6. Inv. – Lembraste quais eram os problemas que tinhas inicialmente para responder, não é?
 7. Gustavo – Sim, era para ver qual dos estaleiros sairia mais barato em comprar as areias e para... pois, por causa do quartzo. Esqueci-me de escrever aqui sobre o quartzo. Correto. Deveria ter explicado.
 8. Inv. – O que é que deverias ter explicado concretamente?
 9. Gustavo – Deveria ter dito que teria de calcular a massa volúmica para ver se seria equivalente à massa volúmica do quartzo para tentar... se fosse igual teriam, seriam constituídas 100% por quartzo, se fosse semelhante seria... teria alguma constituição, se fosse completamente diferente penso que teria muito pouco ou quase nenhuma constituição de quartzo. (E1)
 10. Gustavo – Então, apresento a estratégia selecionada de forma detalhada e justifico cada um dos passos realizados. Então, a nossa estratégia era verificar qual a massa de cada gás, não era?
 11. Duarte – Era. Porque é que fizemos isso, agora?
 12. Gustavo – Cada gás, calma, de cada gás numa mole. Numa mole e no coiso, no balão, não é? (...) Para responder às perguntas. (...) para calcular o volume molar, não, para calcular a massa molar, que era para depois calcularmos o volume molar, tás a entender?
 13. Duarte - Hum, hum.
 14. Gustavo – Para calcular a massa molar para, através da massa, calcular o volume... Ya, e acho que é só isso. (T2_A3)
 15. Gustavo – Só que a tua estratégia foi o que é que tu calculaste. Acho eu. (...) Foi calcular a energia que a limonada cedia, porque se nós calculássemos a energia que a limonada cedia era a energia que a água fria absorvia e a energia que... o gelo absorvia. (...) (dita para o colega escrever) A estratégia que nós optámos foi calcular a energia cedida pela limonada pois esta é igual à energia absorvida pela água fria ou pelo gelo. Não é? Eu acho que isto não está bem dito. Eu em casa tenho de ver isto. Depois, tens de me mandar isso, Duarte. (...) Agora não sei mais. (T3_S1)

Devo de realizar a primeira estratégia, com a ajuda de uma proveta e de uma balança, colocando um 1 cm^3 na proveta e retirar os dados indicados no visor da balança.

Figura 7.4. Excerto da planificação na primeira versão do relatório da primeira tarefa

Na terceira tarefa, o Gustavo propôs apenas descrever os cálculos realizados para a previsão de resultados (fala 15), o que é secundário já que a resposta ao problema pode basear-se somente nos valores de temperatura medidos experimentalmente. Assim, o aluno parece não ter reconhecido a existência de duas estratégias distintas: uma que visava dar resposta ao problema e outra que foi adotada para fazer a previsão dos resultados. Tal parece ter dificultado a identificação do que devia ser contemplado na planificação. Para além disso, talvez o elevado tempo despendido na realização da previsão de resultados e o facto de as respostas às questões-problema das tarefas anteriores se terem baseado nos resultados dos cálculos efetuados (e, por isso, grande parte da planificação da segunda tarefa ter incidido na descrição dos mesmos) justifiquem a conceção de que esta secção deveria consistir na descrição dos cálculos realizados.

Há ainda a salientar que a sua proposta não foi *coerente* com o que efetivamente fizeram, uma vez que não chegaram a determinar a energia cedida pela água nem a energia absorvida pela água fria/gelo (determinaram a temperatura de equilíbrio dos dois sistemas: água + água fria e água + gelo). No entanto, o Gustavo parece ter consciência de que esta descrição não seria a mais correta pelo que procurou adotar uma estratégia de autorregulação – a revisão da produção num ambiente mais calmo e com mais tempo (fala 15).

A análise dos relatórios da segunda tarefa sugere que, quando orientado e quando adota a estratégia de autorregulação acima referida, o Gustavo consegue produzir uma planificação coerente e completa. Comparando as duas versões deste relatório, verifica-se que a segunda (Figura 7.6) foi totalmente reestruturada indo ao encontro dos comentários escritos na primeira (Figura 7.5), apesar de se registarem pontualmente falhas na clareza e rigor. Assim, i) foi melhorada a clareza e coerência da descrição da determinação da quantidade de substância (na primeira frase do segundo parágrafo); ii) foi incluída a explicação do modo como determinaram o número de partículas presente no gás (no segundo parágrafo); iii) foi retificada e completada a descrição da determinação do volume molar (no quarto parágrafo), iv) foi incluída alguma informação que permite inferir o modo como foi utilizada a simulação (no início do segundo parágrafo e no quarto parágrafo) e; v) foi explicitado de que forma os resultados permitem dar resposta às questões.

Vocês explicam^{alguns} cálculos se ficarem, mas devem pensar em 2 coisas:

- não precisarem da simulação para dar resposta às questões? De acordo com o que escreverem parece que não precisarem da simulação para nada!
- De que forme os resultados que obtiverem vos permitirem dar resposta às questões? Comparar resultados? Se sim, quais? Verificarem se havia semelhanças ou diferenças? Se sim, em que situações?

Figura 7.5. Excerto do feedback fornecido à planificação da primeira versão do relatório da segunda tarefa

Para a primeira questão a nossa estratégia foi calcular o número de átomos, ou moléculas (dependendo se o gás ^{era} for monoatômico ou poliatômico) o que iria servir para verificar se a Lei de Avogadro (à mesma temperatura e pressão, volumes iguais de gases diferentes contêm o mesmo número de moléculas, se o gás for poliatômico, ou de átomos, se o gás for monoatômico) está correcta, ou não.

Para isso, necessitámos de saber a massa molar, e a massa de cada gás (através da simulação), a uma determinada pressão, para calcularmos a quantidade de substância existente no recipiente ($m = n \times M$). Seguidamente fomos calcular o número de átomos / moléculas (dependendo se o gás ^{era} for monoatômico ou poliatômico) através da fórmula $N = n \times N_A$. Calculando estes resultados para todos os gases vai-se verificar se o número de átomos / moléculas é igual. Se for a Lei de Avogadro estará correcta, se não for, teremos provar para corroborar esta. ^{Cuidado com estas afirmações}

Para a segunda questão iremos calcular o volume molar das substâncias uma vez em condições PTN (pressão e temperatura normal) e outra com a pressão diferente de 760 torr.

Para tal teremos de saber quantas moles existem no recipiente, que será para calcularmos a volume molar. Sabendo isso, faremos uma regra três simples pois $0,5 \text{ dm}^3$ (volume do balão) está para o número de moles encontrado e 1 mol está para o resultado que iremos achar. E assim obtemos o volume molar, depois terá de se realizar estes passos para todas as substâncias.

Por fim iremos relacionar o volume molar das substâncias no estado gasoso.

Para a terceira e última questão, iremos analisar o texto dado e tentaremos abordar como o conhecimento da ciência tem evoluído. Iremos apresentar exemplos dados no texto e reflexões próprias.

Figura 7.6. Planificação comentada da segunda versão do relatório da segunda tarefa

Todavia, a falta de coerência e de completude das propostas do Gustavo para a elaboração da planificação da terceira tarefa (verificando-se que voltou a não explicitar

de que forma iria recolher os dados experimentais e utilizar os resultados para dar uma resposta ao problema) aliado à total ausência de uma proposta na preparação da quarta tarefa sugerem que os progressos alcançados num determinado momento podem não ser facilmente transferíveis para outras situações de aprendizagem.

No que diz respeito à apresentação de *estratégias alternativas*, parece haver uma certa desvalorização, à semelhança do que se verificou relativamente à apresentação da estratégia utilizada. Embora no início do estudo parecesse que o entendimento que o aluno fazia acerca do que se esperava da planificação sobrevalorizava a quantidade de estratégias apresentadas (falas 1 e 3), parecia haver alguma tensão entre os critérios de avaliação negociados e os padrões autoimpostos, na medida em que o Gustavo compreendia a valorização, pelo professor, da apresentação de estratégias alternativas mas, de certa forma, dava indícios de nem sempre a valorizar (fala 5). Assim, durante a entrevista, discuti este assunto com o intuito de promover essa valorização (falas 6 e 8):

1. Gustavo – Mas, nesse patamar das estratégias, quando a stora pede para apresentar várias estratégias eu penso que, por exemplo, só apresentando duas seja pouco. Devia de ser mais.
2. Inv. – Portanto, achas que aí o teu problema foi ter poucas estratégias. Quantas é que tu achas que são... o número de estratégias para se considerar um número adequado?
3. Gustavo – Umas três.
(...)
4. Inv. - E será que em todas as atividades que tu vais fazer existem três estratégias diferentes que tu possas, pelas quais tu possas optar ou possas analisar?
5. Gustavo – Pois, não. Penso que não, tanto que um aluno pode-lhe vir a estratégia, logo a primeira estratégia certa, logo não vai optar por outras.
6. Inv. – Mas, às vezes, não é só uma questão de estar certa ou estar errada. Às vezes, há umas que têm umas vantagens, há outras que têm outras vantagens.
7. Gustavo – Pois, dando todas o mesmo resultado.
8. Inv. – Ou não, ou se calhar não dão o mesmo resultado e nós temos é que ver qual é que é aquela mais adequada para aquilo que nós queremos mas, de qualquer maneira, para podermos decidir qualquer coisa, temos que ter as várias em cima da mesa para conseguirmos escolher aquela que é mais adequada para nós. (E1)

Durante a entrevista sobre a terceira tarefa, o Gustavo voltou a sugerir que considerava a reflexão sobre estratégias alternativas pouco relevante quando a primeira estratégia delineada era adequada para a resolução do problema. Nesta fase, para além da apresentação de outras estratégias e das razões que os levaram a desistir delas parecer

ser pouco valorizada por ele, também considera que deverá ser pouco valorizada pelo professor. Esta ideia provavelmente está relacionada com o facto de eu ter dito, durante a segunda entrevista, que, caso não existissem estratégias alternativas, não os penalizaria por não as incluírem:

Foi essa a dificuldade, que a gente costumamos pensar logo numa estratégia e como a stora nos ajuda e assim, em princípio a estratégia é sempre correta e aqui como pede para apresentar... aqui “explique porque desisti das outras estratégias”. Nós, como só tínhamos uma, é difícil explicar porque é que desistimos das outras, mas penso que como só tínhamos uma a stora não vai avaliar porque é que desistimos das outras, por isso... (E3)

Mas na entrevista sobre a quarta tarefa, o Gustavo parece valorizar o facto de terem apresentado várias estratégias para determinar a velocidade instantânea da esfera, indicando como vantagem a possibilidade de ultrapassarem limitações existentes:

É bom termos apresentado essas porque não estamos limitados, porque, por exemplo, imagine que, aliás foi isso que aconteceu, chegávamos lá e não tínhamos material para a atividade. Temos de ter outras hipóteses para poder realizar a experiência. Chegamos lá, outros grupos já estavam a utilizar aquele material, se não me engano, e a gente tivemos de utilizar de diferente maneira. (E4)

Assim sendo, no relatório em que foram apresentadas várias estratégias, o Gustavo valorizou a inclusão das mesmas mas, naqueles em que tal não se verificou, desvalorizou a sua ausência.

Previsão de resultados. Em ambas as tarefas que incluíram a realização de previsão de resultados, verificou-se que as primeiras previsões propostas pelo Gustavo, em sala de aula, não envolveram a realização de cálculos:

Gustavo – Devemos ver a que temperatura é que a água está né, se está a zero graus depois a outra imagine que está a dezoito. (...) Deve ficar mais ou menos nove. Se fosse assim, não?

Prof. – Nove nas duas situações?

Gustavo – Não, no gelo deve ser menos de nove. (T3_A1)

No caso da quarta tarefa, apesar de ter identificado vários fatores que poderiam influenciar o alcance dos corpos, o Gustavo centrou a discussão na influência da massa. O seu discurso evidencia um conflito entre uma ideia de senso comum e o conhecimento científico:

Se calhar se for um rapazinho leve é cinco metros, se for um homem já mais pesado dispara e sai doze metros. (...) Mas não devia porque a gente ainda vimos num dia destes que se largarmos os objetos ao mesmo tempo mas com diferentes massas eles vão chegar ao chão no mesmo instante. (...) Nisto aqui, nestas fórmulas isto não existe nada de massa, logo a massa não influencia. (...) Com quanto mais velocidade ele chega aqui, mais longe vai. Então, se a massa não influencia a velocidade também não vai influenciar o alcance. É a minha lógica. Só que pela lógica da cabeça, parece que quanto mais pesada ia ser a pessoa ou o objeto, mais velocidade devia de apanhar. (T4_A1)

Apesar de o Gustavo ter previsto corretamente o que era esperado atendendo ao conhecimento científico, no relatório, a previsão apresentada baseia-se na concepção de senso comum de que a massa influencia o tempo de queda (Halloun & Hestenes, 1985), isto é, quanto maior a massa, mais rapidamente o corpo chega ao chão: “se a massa do corpo for maior a uma outra o alcance irá diminuir” (R1_V1). Durante a entrevista, o Gustavo reforçou esta concepção:

Inv. – Isto que vocês dizem aqui tem alguma base científica?

Gustavo – Eu acho que a gente pensámos isso por causa do peso, porque o peso depende da massa. Logo, a força do peso ia ser maior quanto maior for a massa. Logo, o objeto é puxado com mais força para a água neste caso, dependendo da sua massa, porque se fosse um objeto mais leve, pronto, a força do peso não seria tanta e ia durar mais tempo no ar, pronto. Logo, também ia variar o alcance porque se ia durar mais tempo no ar (...) ele continua e vai ter um alcance maior. (E4)

Assim, foram ponderadas duas ideias de senso comum contraditórias, a primeira, que sugere que quanto maior a massa, maior será o alcance porque maior será a velocidade de saída do escorrega e, a segunda, que sugere que quanto maior a massa, menor será o alcance porque menor será o tempo de queda (considerando que a velocidade de saída do escorrega é igual), e também a ideia científica, que foi reconhecida como tal. Porém, prevaleceu, em ambas as versões do relatório e durante a entrevista, a ideia que permitiria explicar os resultados obtidos, o que poderá sugerir que a previsão dos resultados foi realizada de modo a ir ao encontro dos mesmos e ignorando o conhecimento científico.

Embora o Gustavo tivesse demonstrado saber que a previsão de resultados implicava a realização de cálculos (fala 2), surgiram algumas dificuldades a este nível, tanto na terceira como na quarta tarefas: na tradução analítica dos conceitos, leis (e equações) aos fenómenos estudados (fala 3), na compreensão do significado de cada uma das variáveis das equações quando aplicadas às situações físicas estudadas (falas 7

a 20) e no cálculo analítico, no caso da terceira tarefa (falas 21 a 27). Estas foram sendo superadas, em sala de aula, através do recurso ao caderno diário, ao meu auxílio e ao dos colegas de grupo:

1. Prof. – Não há uma maneira de vocês fazerem uma previsão mais rigorosa em vez de estarem a atirar valores para o ar?
2. Gustavo – É com as contas. Só que eu andava aqui à caça delas, só que eu perdi-me no meio. (T3_A1)
3. Gustavo – Ó stora, o Gomes fez isto assim só que eu já não tou a entender nada disto.
4. Prof. – Então, calor cedido pela limonada. A limonada cede energia sob a forma de calor e o que é que acontece à limonada? A sua temperatura baixa, há uma variação de temperatura. Como é que nós podemos determinar a energia que foi cedida quando há uma variação de temperatura? (...) Pronto, então vocês têm tudo exceto a temperatura final. (...) Esta temperatura final e esta temperatura final são as mesmas ou são diferentes?
5. Gustavo – São as mesmas.
6. Prof. – Então, reparem vocês conseguem substituir todos os valores exceto a temperatura final. Portanto, têm uma equação e uma incógnita. (T3_A1)
7. Gustavo – Então, mas agora qual é que vai ser a massa, vai ser o quê 50 aqui?
(...)
8. Gustavo – E aqui?
9. Prof. – É a capacidade térmica mássica do quê?
10. Gustavo – Do gelo.
11. Prof. – Do gelo?
12. Duarte – Não, da água. É a mesma da água. (T3_A1)
13. Luísa – ... altura igual a um meio vezes a aceleração vezes o tempo ao quadrado.
14. Gustavo – Mas, altura do quê?
15. Luísa – Altura da parte horizontal porque aqui diz velocidade do lançamento horizontal. E o x é igual a v zero t .
16. Gustavo – x é onde ele vai cair.
(...)
17. Luísa – (...) e substituímos este t .
18. Gustavo – O que é que é o t ?
19. Luísa e Beatriz – o t é o tempo.
20. Gustavo – Mas tempo do quê? (...) Se calhar deve ser o tempo, isto é a posição, né? (...) Isto deve ser o tempo que ele está no ar, ou não? (T4_A1)
21. Gustavo – Agora, este corta com este, não? (...) Ó stora. (...) Que confusão outra vez!
(...)

22. Prof. – (Vê o último passo correto e parte daí) Menos temperatura final mais temperatura inicial, mais 21,5 é igual a temperatura final. Então, isto $[T_f]$ agora tem de passar para aqui com sinal negativo, ou isto $[T_f]$ passa para ali com sinal positivo. 21,5 é igual a T final mais T final. O que é que é T final mais T final?
23. Gustavo – Dois T final.
(...)
24. Gustavo – Agora a massa corta com a massa.
25. Prof. – Não podem.
26. Gustavo – Não?
27. Prof. – Só podiam cortar a massa se aqui também tivessem essa massa, se metessem a massa em evidência, se a massa estivesse a multiplicar por tudo neste lado do igual. (T3_A1)

Procedimento

Descrição dos passos. No que diz respeito à *completude e desenvolvimento*, durante a elaboração do primeiro relatório, o Gustavo colocou uma dúvida. Queria confirmar a necessidade de elaborar um procedimento associado a cada um dos objetivos:

- Gustavo – Nós temos de fazer, tipo, por exemplo, um procedimento para este objetivo e depois um procedimento para o outro objetivo, aquele do quartzo?
- Prof. – Então, o que é que vocês vão fazer relativamente ao outro objetivo?
- (...)
- Gustavo – Comparar a massa volúmica da areia do rio e da areia amarela com a massa volúmica do quartzo.
- Prof. – Não precisas de dizer isso no procedimento, (...) porque não vais fazer nada prático. (T1_A2)

De acordo com o que tinha sido combinado com os alunos, o procedimento deveria incluir apenas os passos associados à experiência, dado que a descrição do modo como iriam ser dadas as respostas às questões-problema seria contemplada na planificação. A produção do Gustavo sugere que o feedback oral o esclareceu, uma vez que indicou os passos realizados para determinar a massa volúmica de cada uma das areias e não incluiu explicações adicionais que seriam contempladas na planificação (Figura 7.7).

Na primeira versão do relatório da segunda tarefa, o Gustavo não descreveu os passos realizados com o apoio da simulação, o que parece constituir um retrocesso. O facto de o relatório ter sido feito “um bocadinho também à pressa” (E2), ou de ter ser

sido utilizada uma simulação, em vez da habitual experimentação em sala de aula, ou de grande parte da aula ter sido dedicada à realização dos cálculos poderão ser razões para a ausência da descrição da recolha de dados. Durante a entrevista, o Gustavo parece reconhecer a falta de completude da primeira versão e valorizar a inclusão da descrição do modo como foi utilizada a simulação:

[A primeira versão] está mal, porque não diz como é que nós vamos desenvolver a tarefa. Diz só o que é que nós precisamos de calcular. Não diz o que é que vai ser preciso, não diz... tal como a stora referiu aqui, penso que a stora escreveu para aqui: nós por este procedimento parece que não utilizamos a simulação. (E2)

- 1-** Coloca-se a proveta em cima da balança e depois liga-se a balança, que é para esta não obter o peso da proveta, mas sim do que é inserido dentro desta. *→ Este não é o procedimento correcto. Em vez de desligar a balança devem carregar na tecla Tare.*
- 2-** Começa-se a colocar um tipo de areia dentro da proveta até obtermos 10 cm^3 (*nota: $1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ ml}$*). *o visor de balança fornece um valor de...*
- 3-** Seguidamente, anota-se o resultado indicado no visor da balança, que corresponde à quantidade de massa do tipo de areia em 10 cm^3 . *não é correcto dizer quantidade de massa, quantidade de temperatura, quantidade de volume...*
- 4-** Depois divide-se o resultado da massa por 10 que é para obtermos o resultado em g/cm^3 . *↳ o resultado do quê? Que grandeza estás a calcular?*
- 5-** Por fim, repete-se estes passos todos, só que com o outro tipo de areia.

Figura 7.7. Procedimento comentado da primeira versão do relatório da primeira tarefa

O comentário a que o aluno se referiu dizia: “No procedimento devem descrever, passo por passo, o que fizeram, focando mais o que fizeram na simulação. Podem começar, por exemplo, por dizer:

- Retirámos todo o gás do balão, carregando na tecla remove gás.
- Carregámos na tecla Tare
- ...”.

Na segunda versão, o procedimento passou a incluir a descrição dos passos realizados relativamente à utilização da simulação (Figura 7.8).

No que diz respeito à *seleção de conteúdos*, tanto no relatório da primeira tarefa como no da segunda, o Gustavo incluiu algumas explicações relativamente a alguns dos passos. Durante a entrevista, procurei compreender a sua conceção sobre o que deveria ou não ser incluído no procedimento. Apesar de ter sido referido, em contexto de sala de

aula, que esta parte do relatório se deveria cingir à descrição do que foi feito (sem a inclusão de explicações adicionais), o aluno parece considerar pertinente explicar alguns passos (por exemplo, n.º 1 e 3 da Figura 7.7; n.º 2 da Figura 7.8), o que evidencia uma tensão entre os padrões autoimpostos e o que é esperado. Entende que, sendo a planificação uma descrição geral da estratégia utilizada, caso não se apresentassem essas justificações no procedimento, elas não seriam contempladas em nenhuma outra parte do relatório e, do seu ponto de vista, são importantes:

Inv. – E é suposto no procedimento vocês explicarem porque é que fizeram desta maneira, para que é que fizeram desta maneira?

Gustavo – Pois, talvez não seja necessário, mas talvez se se metesse um bocadinho resumidamente acho que não ficava muito mal.

Inv. – Mas vocês não fizeram já isso noutra parte?

Gustavo – Na planificação? Pois, só que há, no procedimento nós escrevemos todos os passos e há passos que nós não metemos na planificação. A planificação é praticamente um geral sobre o que é que nós vamos fazer. Então, penso que talvez seja importante, em algum certo passo, nós descrevermos porque é que o vamos fazer. Penso que sim. (E2)

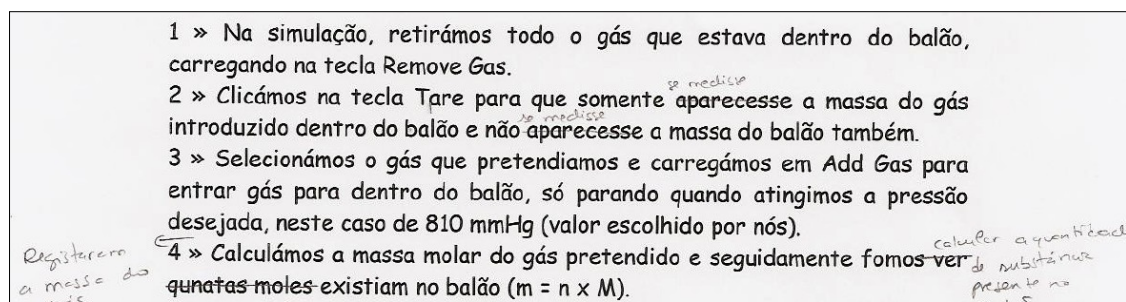


Figura 7.8. Excerto do procedimento comentado da segunda versão do relatório da segunda tarefa

No procedimento dos relatórios da terceira e quarta tarefas, os passos realizados são descritos sem explicações adicionais e na reflexão que fez acerca dos mesmos, o Gustavo nunca sugeriu que faltasse algo:

Não sei, porque aqui diz: descrevo todos os passos realizados. Nós descrevemos todos, não descrevemos é bem [devido a algumas falhas de rigor], mas descrevemos. (E3)

Então, metemos que não tivemos muitas, que não tivemos dificuldades no procedimento. (T4_A3)

Assim, embora esta parte do relatório (da terceira e quarta tarefas) tenha sido elaborada por outros elementos do grupo, parecem existir indícios de terem sido

ultrapassadas as dificuldades e a tensão entre os padrões autoimpostos e o que é esperado, no entanto, seria fundamental analisar outros procedimentos realizados pelo aluno para validar esta ideia.

No que diz respeito ao *rigor científico*, parece ter havido progresso na medida em que alguns erros cometidos no primeiro relatório não se repetiram. Um dos passos indicados pelo aluno foi: “anota-se o resultado indicado no visor da balança, que corresponde à quantidade de massa do tipo de areia em 10 cm^3 ” (Figura 7.7). Sublinhei a expressão “quantidade de massa” e escrevi o seguinte comentário: “Não é correcto dizer quantidade de massa, quantidade de temperatura, quantidade de volume”, tendo-se verificado que, quer na segunda versão deste relatório, quer nos subsequentes, este erro não voltou a ser cometido. Também sublinhei a expressão “o resultado indicado no visor da balança” e escrevi: “o visor da balança fornece um valor de...”. O aluno, na segunda versão, acrescentou, entre parêntesis, “em gramas”, por isso, durante a entrevista, forneci a seguinte explicação:

Portanto, basta dizer que registas a massa, não vale a pena estares a dizer que registas o valor indicado no visor da balança porque, ao dizeres que estás a colocar a proveta em cima da balança, estás a medir massa. (E1)

Durante a realização do relatório da segunda tarefa o aluno demonstrou ter cuidado com o rigor científico:

Gustavo – Foi necessário medir a massa de cada gás. Eu acho que não se diz medir a massa, pois não?

Duarte – Calcular.

Gustavo – Não, não é calcular porque não fizemos conta. (T2_A3)

No relatório escreveu: “medir a massa do gás” o que constitui uma evolução face ao discurso utilizado no primeiro relatório.

Na primeira versão do primeiro relatório, o aluno referiu que: “Depois divide-se o resultado da massa por 10 que é para obter-mos o resultado em g/cm^3 ”, sem indicar que grandeza estava a calcular, pelo que fiz o seguinte comentário escrito: “O resultado do quê? Que grandeza estás a calcular?”. O aluno melhorou ao nível do rigor, uma vez que acrescentou a grandeza que estava a ser determinada, como é ilustrado na Figura 7.9.

4- Depois divide-se o valor da massa por 10 que é para obtermos o resultado em g/cm^3 - estamos a calcular a massa volúmica.

Figura 7.9. Excerto do procedimento da segunda versão do relatório da primeira tarefa

Em ambas as versões do segundo relatório o Gustavo continuou a indicar sempre as grandezas medidas ou calculadas, em vez da sua unidade: “calcular a massa molar”, “calcular o volume molar” (R2_V1), “calcular o número de partículas” (R2_V2), o que sugere a ocorrência de aprendizagem.

Esquema ilustrativo. Inicialmente, o Gustavo teve particular dificuldade em compreender o que era esperado e em concretizar esta secção do relatório. Nas duas versões do relatório da primeira tarefa não apresentou um esquema e na segunda tarefa elaborou um que não correspondia ao esperado. Durante a primeira entrevista, o Gustavo revelou que, apesar de ter tentado, não conseguiu realizar um esquema, parecendo, de certa forma, desvalorizá-lo, já que, aparentemente, do seu ponto de vista, a explicação pormenorizada dos passos seria suficiente. Face a esta situação forneci um exemplo:

Gustavo – Porque eu ainda tentei fazer um esquemazinho com as setinhas e o que é que podia fazer. Foi um bocado complicado pelo esquema que eu fiz, depois cheguei não tinha lógica nenhuma, depois tinha as setinhas. E... primeiro liga-se e carrega-se na tecla tare, só que depois aquilo começou a ficar baralhado e já tinha o passo cinco à frente do passo quatro e prontos, estava a ver que não iria conseguir e então desisti do esquema e tentei explicar mais pormenorizadamente estes passos.

Inv. – E o esquema não pode ser também como vocês já fizeram, na primeira atividade experimental, aquela das técnicas de separação de misturas, um esquema desenhado para ser mais fácil visualizar aquilo que vocês fizeram?

Gustavo – Pois, olha, não me lembrei. (E1)

Na primeira versão do segundo relatório, em vez de representar o esquema de montagem apresentado na simulação, o Gustavo elaborou um esquema (utilizando setas, tal como disse ter tentado fazer no primeiro relatório) que procurava ilustrar os cálculos efetuados para dar uma resposta à segunda questão do guião (Figura 7.10).

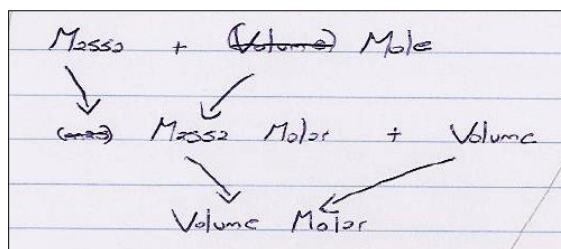


Figura 7.10. Excerto do procedimento da primeira versão do relatório da segunda tarefa

Mesmo com o comentário escrito na primeira versão, indicando que “um esquema da simulação ajudava a compreender o que fizeram, o que mediram”, não se verificou qualquer alteração na segunda versão. Assim, nesta altura, parecia existir uma tensão entre os padrões autoimpostos e o que era pretendido. Nem a explicitação e exemplificação do que se pretendia, na primeira entrevista, nem a pista fornecida na primeira versão do relatório da segunda tarefa, conduziram a um ajustamento ou a um autocontrolo das representações iniciais do aluno, uma vez que ambas as versões do relatório da segunda tarefa incluíram um esquema que não foi ao encontro do esperado. O próprio aluno reconheceu sentir dificuldade, uma vez que, questionado sobre como tinha corrido a elaboração do relatório, identificou imediatamente a representação ilustrativa como um obstáculo que teve dificuldade em ultrapassar:

Gustavo – Ainda houve dificuldades, como na elaboração do gráfico, ainda senti dificuldade. Tentei fazer um... uma pequena... como é que eu hei de explicar, uma pequena demonstração do...

Inv. – Ahh, do esquema?

Gustavo – Isso, exatamente. Não é gráfico, é esquema. (...) É o que eu lhe digo, tenho dificuldade em elaborar o esquema. Só que depois de ver o esquema dos meus colegas, o da Sofia [do relatório-exemplo], se não me engano, pensei: ah, era só isso. (E2)

O relatório-exemplo parece ter contribuído para que o Gustavo compreendesse (pelo menos até certo ponto) e valorizasse o que se pretendia:

Inv. – Neste caso tinha uma balança com um balão em cima ligado a um manómetro. Consegues visualizar melhor o que é que se viu, não é? No fundo o que é que se passou naquela simulação. (...) o que é que media, o que não media, o que é que se fazia.

Gustavo – Pois.

Inv. – Ajuda a perceber o procedimento, estás a ver?

Gustavo – Eu aí refiro tem que se carregar na tecla tare, mas numa página da Internet... então aquela página era enorme, aquilo podia-se andar para trás e para a frente que aquilo podia estar a tecla tare em muito sítio e assim, como a stora diz, a tecla tare está ali, se a pessoa

fosse ver, se por acaso fosse ao site já sabia que a tecla tare estava ali. Era muito mais fácil ir lá ter. Pois, tem toda a razão. (E2)

No relatório da terceira tarefa, embora o esquema não tivesse sido elaborado pelo Gustavo, este assunto voltou a ser discutido durante a entrevista. Quando questionado sobre as características que um bom esquema deveria ter, referiu que este deveria ilustrar o culminar dos passos efetuados (fala 2). No entanto, aquando a análise do comentário escrito, parece ter alterado esta conceção, indicando as razões pelas quais o esquema apresentado não seria o mais adequado (fala 4):

1. Inv. – Então para ser um esquema bom o que é que tem de ter, que características é que tem de ter?
2. Gustavo - Penso que tenha de ter legenda, né? Para a pessoa entender bem as figuras, o que é que é. E pronto uma imagem assim do geral, quando já tá quase tudo feito, como tá aqui.
(...)
3. Inv. – “Seria mais elucidativo se o esquema ilustrasse a ação em vez do material ou só a fase final” [leitura do comentário escrito].
(silêncio) Se mostrasse vocês a colocarem o gelo dentro do gobelé com água à temperatura ambiente, por exemplo. Em vez de mostrar um gobelé separado...
(...)
4. Gustavo – Pronto, então o esquema não está muito bom. (...) Tem só os objetos. Para isso dizíamos no material, não era preciso desenhar. (...) Nós é que não... pronto, ilustramos o material, não foi o procedimento. (E3)

Assim, numa primeira fase, o relatório-exemplo e, numa segunda, a análise cuidada dos descritores acompanhada: i) da confrontação entre o que foi feito e o que era esperado, ii) da identificação do que deveria ser feito e, iii) da indicação de mais um exemplo (no feedback escrito fornecido no relatório da terceira tarefa) parece ter contribuído para que o Gustavo compreendesse o que se pretendia. Deste modo, no relatório da quarta tarefa, realizou um esquema que, de um modo geral, foi ao encontro do esperado (Figura 7.11).

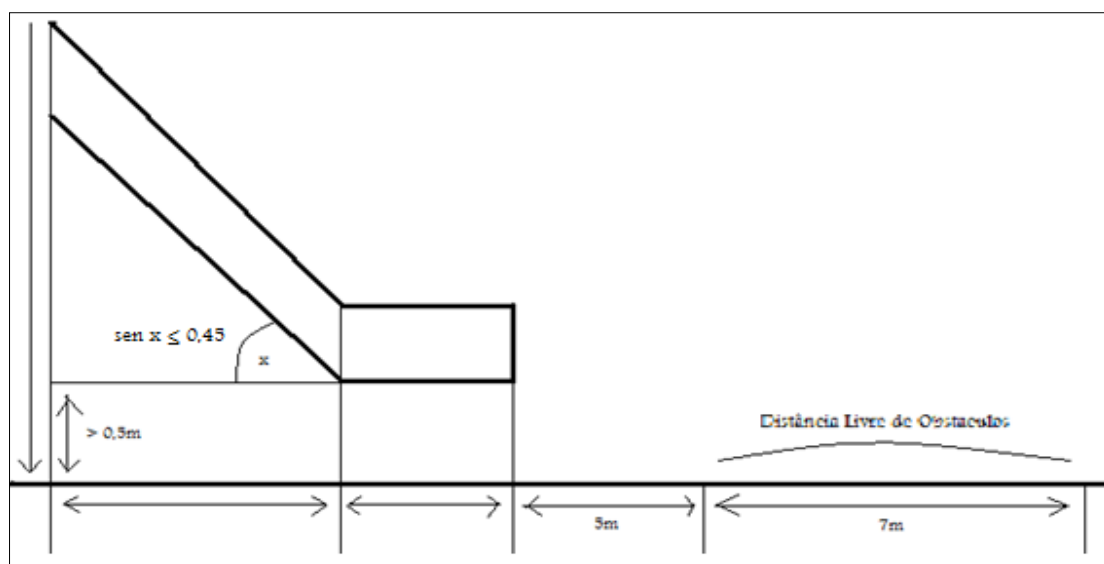


Figura 7.11. Esquema ilustrativo do procedimento proposto pelo Gustavo para o relatório da quarta tarefa

Registo e tratamento de dados

Registo de dados. Ao longo das quatro tarefas, geralmente, o Gustavo mostrou ter facilidade em fazer leituras e identificar as incertezas de leitura:

Prof. – Vejam lá qual é a melhor estimativa?

Gustavo – Vinte e um e meio.

Prof. – Exatamente, qual é a menor divisão da escala do termómetro?

Gustavo – É metade, é um, é um.

Duarte – Depois, é metade da menor divisão, que é 0,5.

Prof. – É o erro que está associado, não é? Então aquilo que vocês medem é 21,5...

Gustavo – Mais ou menos 0,5. (T3_A1)

No que diz respeito à *completude*, normalmente, o Gustavo registou todas as medidas (tanto das variáveis testadas como das variáveis controladas), quer no seu caderno, quer nos relatórios, mas nem sempre registou a incerteza de leitura. Durante o desenvolvimento da primeira tarefa, embora tenha colocado uma dúvida acerca da incerteza associada à leitura da massa (“Onde é que diz o erro?”) e tenha sido fornecida uma pista (“Não diz, mas isso é um aparelho digital. (...) Então qual é o erro associado a um aparelho digital?”), o Gustavo não registou nenhuma incerteza no relatório. No desenvolvimento da segunda tarefa este assunto não foi abordado por se tratar de uma simulação e na terceira tarefa apenas registou a incerteza associada às medições das temperaturas iniciais da água:

Temperatura inicial da água... Não, vou meter primeiro da água é 21,4.
(...) Mais ou menos... a menor divisão da escala é 0,2, metade é 0,1.
(T3_A1)

No desenvolvimento da quarta tarefa, os alunos não foram lembrados da necessidade de indicar as incertezas associadas às medições e também não as incluíram no relatório. Assim sendo, parece haver alguma desvalorização relativamente a este aspeto já que, mesmo nas tarefas em que este assunto foi abordado durante o seu desenvolvimento, o Gustavo não registou qualquer incerteza ou, quando tal aconteceu, fê-lo apenas para algumas medições.

Apesar de, geralmente, as grandezas medidas terem sido devidamente identificadas, na quarta tarefa, os alunos não indicaram a que correspondia a altura 1 e 2 (na tabela de registo de dados), por isso, sugeri que o fizessem:

Inv. – Então, porque é que é que vocês têm aí altura um e altura dois?
Gustavo – Porque é a altura do escorrega e...
Luísa – E a altura do escorrega à água.
Inv. – Ah, então é melhor fazerem um desenho aí em cima para dizerem o que é que é a um e o que é que é a dois.
Luísa – Tá bem. (T4_A1)

Porém, na primeira versão do relatório, não o fizeram. Apenas o procuraram fazer na segunda versão, face ao comentário escrito: “No esquema poderão identificar a que corresponde a altura 1 e a altura 2”. Acrescentaram relativamente à altura 2: “do troço horizontal” e assinalaram-na corretamente no esquema. No que diz respeito à altura 1, não a explicitaram e assinalaram-na incorretamente no esquema. Assim, ao contrário do que se verificou com o feedback oral, o feedback escrito conduziu a uma melhor completude da produção (ainda que nem tudo o que foi acrescentado estivesse correto).

Relativamente ao *rigor científico*, o Gustavo revelou algum cuidado colocando algumas questões sobre terminologia/simbologia. Perguntou, durante o desenvolvimento do relatório da segunda tarefa, a forma de representar volume molar (fala 1) e, durante a terceira tarefa, a designação de uma das grandezas medidas, o intervalo de tempo (fala 7):

1. Gustavo – Ó stora, há alguma simbolozinho para o volume da massa molar?
2. Prof. – Para o volume da massa molar?
3. Gustavo – Enganei-me, onde é que tá o papel?
4. Duarte – É o volume molar.
(...)

5. Duarte – Tanto tempo por causa de um símbolo!
6. Gustavo – O que é que querias que eu fizesse? Isto é para estar completo. (T2_A2)
7. Gustavo – Eu esqueci-me de perguntar uma coisa à stora. Ó stora, a coisinha do tempo é a variação de tempo? (T3_A1)

No que diz respeito à *organização*, nos relatórios da primeira tarefa, o Gustavo não separou o registo do tratamento de dados mas, por uma questão de gestão da quantidade de feedback, não fez comentários escritos a esse respeito. O mesmo voltou a verificar-se na primeira e segunda versões do relatório da segunda tarefa. No início da secção dos resultados, a diade registou os valores das grandezas mantidas constantes e, depois, a massa de cada um dos gases, seguida dos cálculos relativos a esse gás (Figura 7.12).

① Pressão $\rightarrow 840 - 30 = 810 \text{ mmHg}$ Nas é necessário apresentar os cálculos todos, basta apresentar para uma das substâncias e dizer que se efectuaram os restantes cálculos do mesmo modo. Apresentem apenas uma tabela com os resultados dos cálculos.

Temperature $\rightarrow 0^\circ \text{C}$

Volume $\rightarrow 500,00 \text{ mL}$

\Rightarrow Hélio (monoatômico)

$m(\text{He}) = 0,095 \text{ g}$

$M(\text{He}) = 4 \times 1 = 4 \text{ g/mol}$

$4 \text{ g} \text{ — } 1 \text{ mol He}$
 $0,095 \text{ g} \text{ — } x$

$x = \frac{0,095}{4} \approx 0,024 \text{ mol He}$

$N = n \times N_A$

$N = 0,024 \times 6,022 \times 10^{23} \approx 1,445 \times 10^{22} \text{ átomos de He}$

Figura 7.12. Excerto do registo e tratamento de dados comentados da primeira versão do relatório da segunda tarefa

Embora tenha feito um comentário na primeira versão que visava a separação entre o registo e o tratamento de dados (“Tenham em conta que os resultados devem estar subdivididos em 2 partes: o registo de dados e tratamento de dados (cálculos)”, foi mantida a mesma organização na segunda versão. Face à sugestão que foi feita no comentário escrito (Figura 7.12), os alunos deixaram de apresentar a resolução de cálculos semelhantes (apresentaram apenas os cálculos realizados para o Hélio) e acrescentaram uma tabela que compilava o registo das medições diretas e os resultados dos cálculos (Figura 7.13).

	M (g/mol)	m (g)	n (mol)	N
Hélio (He)	4	0,095	0,024	$1,445 \times 10^{22}$ átomos
Azoto (N ₂)	28	0,067	0,024	$1,445 \times 10^{22}$ moléculas
Oxigénio (O ₂)	32	0,762	0,024	$1,445 \times 10^{22}$ moléculas
Néon (Ne)	20	0,480	0,024	$1,445 \times 10^{22}$ átomos
Cloro (Cl ₂)	70	1,680	0,024	$1,445 \times 10^{22}$ moléculas
Árgon (Ar)	40	0,947	0,024	$1,445 \times 10^{22}$ átomos

Figura 7.13. Excerto do registo de dados da segunda versão do relatório da segunda tarefa

Quando falámos sobre este assunto na entrevista, verifiquei que a conceção do Gustavo acerca do que deveria constar no registo de dados incluía o registo, quer das medições diretas, quer das indiretas (os resultados dos cálculos efetuados). Assim, considerava que tinha ido ao encontro do comentário já que tinha apresentado tabelas que compilavam as medições diretas e indiretas relativas a cada questão:

Penso que o registo de dados tenha sido da tabela porque são os dados registados, o que nós tínhamos tirado da simulação e os resultados a que tínhamos chegado. (Gustavo, E2)

De modo a clarificar que o registo de dados diz respeito apenas às medições diretas e deve estar nitidamente separado do tratamento de dados, expliquei a diferença entre estas duas partes e dei exemplos concretos (conhecidos do aluno), um que ia ao encontro do que se pretendia e outro que não:

Inv. – Registo de dados só diz respeito às medições e observações que vocês fazem diretamente. Vais à balança, medes uma massa - isto é um dado. Observas que a cor de uma substância muda de amarelo para vermelho – isto também é um dado. Mas, se tu tiveres de calcular, a partir da massa e do volume, a massa volúmica, se tiveres de fazer a continha, massa a dividir por volume, para calcular a massa volúmica, o valor da massa volúmica já não é um dado: é um resultado. Ok? Já é um resultado que obtiveste a partir de cálculos. Portanto, vocês devem sempre registar os dados que obtêm dos aparelhos ou que observam.

Gustavo – Isso em diferentes tabelas, correto?

Inv. – Exatamente. Tal como eu vos mostrei naquela compilação dos relatórios (...) elas meteram aqui nesta tabela só os dados que registaram. Portanto, o que elas tiraram daquela, da simulação foram valores de massa a diferentes pressões. (...) E, depois, para a frente é que vamos começar a fazer cálculos a partir destes dados e podemos, e devemos, colocar uma tabela síntese com os resultados. (...) Devemos separar as duas coisas para se perceber muito bem o que eu medi e o que eu depois fui calcular com esses valores que medi. Deve estar separado.

Até aqui [na rúbrica] está separado. Estás a ver? Nos resultados tens as duas coisas separadas.

Gustavo – Pois, exatamente. (E2)

Registei, ainda, na segunda versão do relatório o seguinte comentário: “Seria bom que separassem o registo de dados do tratamento de dados, ou seja, seria bom que registassem numa tabela as vossas medições (m) e noutra os resultados dos vossos cálculos (M, n, N)”.

No relatório da terceira tarefa, a organização da secção dos resultados voltou a ser discutida durante a entrevista já que o registo voltou a ser apresentado intercaladamente com o tratamento de dados e as tabelas com o registo de dados foram apresentadas depois dos cálculos. Parece haver uma tensão entre os padrões autoimpostos e aquilo que se pretende. O aluno parece compreender que se pretende que haja uma divisão entre o registo e o tratamento de dados, mas considera que a leitura e compreensão do relatório são facilitadas se não houver esta separação. O discurso do Gustavo, ilustrado na transcrição seguinte, evidencia uma forte tensão entre a organização que segue as “normas científicas” e a organização que, do seu ponto de vista, possibilita uma fácil leitura a qualquer cidadão:

Gustavo – Não sei, porque aqui, por um lado, está bem feito, mas por outro não está bem organizado, porque talvez os registos dos dados deviam estar todos juntos. Só que, aqui, como estamos tipo, fazemos, dizemos os dados, depois fazemos a conta... Se fizéssemos só a conta a pessoa que não visse nada era capaz de pensar: “Tá aqui, mas onde é que eles foram buscar os dados?” (...) Agora, também fiquei um pouco baralhado porque penso que talvez seja bom ter o tratamento de dados num lado e a...

Inv. – o registo de dados.

Gustavo – e o registo de dados noutro, só que penso que assim também esteja um pouco mais organizado porque, pronto, quem não conhece isto vai ver. Imagine que tá aqui o tratamento de dados e os dados nas outras folhas, o registo.

(...)

Inv. – Então, qual é que achas que é a forma mais adequada para organizar, afinal?

Gustavo – Não sei mesmo, é porque tipo se formos, vá, de acordo científico e assim penso que seja melhor estar registo dos dados num lado e tratamento de dados no outro, mas se for o relatório para uma pessoa pronto, normal, que não tenha grandes estudos, que queira fazer a experiência, penso que seja melhor assim, como está, porque pronto é mais seguido, a pessoa vai com a lógica. Pronto, aqui mete-se a lógica para a pessoa só que não tá, pronto, tão científico. (E3)

No âmbito da quarta tarefa, o Gustavo demonstrou compreender a diferença entre medições diretas e indiretas e também vontade de as apresentar separadamente:

Gustavo – A gente devíamos de, acho que é para dividirmos isto em medidas diretas e medidas indiretas. As diretas é as que a gente tipo vemos, tipo o alcance quanto vai medimos.

Luísa – Sim.

Gustavo – E tiramos o tempo. Enquanto a velocidade não conseguimos tirar logo, temos de a calcular.

Luísa – Sim.

Gustavo – Acho que é para fazer isso assim. (T4_A1)

Enquanto faziam as medições, o Gustavo sugeriu que, primeiro se registassem os dados e, se deixassem os cálculos para depois: “Agora acho que é só questão de registar. Depois o resto faz-se” (T4_A1). As sugestões do Gustavo parecem revelar a compreensão da organização pretendida na secção dos resultados, e de facto, neste relatório os alunos apresentaram, em primeiro lugar, uma tabela com o registo de dados e posteriormente o tratamento de dados. Este foi o único relatório que contou com a participação do Gustavo que incluiu um subtítulo designado por tratamento de resultados.

No que diz respeito à elaboração da tabela, não existem dados que evidenciem dificuldades na construção das que foram apresentadas nos relatórios das primeiras três tarefas. Porém, na quarta tarefa, os vários elementos do grupo, incluindo o Gustavo, parecem ter tido alguma dificuldade em idealizar uma tabela que compilasse todas as medições, talvez devido ao elevado número de variáveis em estudo comparativamente com as tarefas anteriores. A proposta inicial do Gustavo, de acordo com o que tinha preparado previamente à aula, seria a apresentação de uma tabela para o estudo de cada variável. Ao solicitarem a minha opinião, propus que apresentassem todas as medições numa única tabela, o que gerou algum conflito, já que, inicialmente, esta ideia parecia, na perspetiva do Gustavo, conduzir a uma falta de clareza e organização do registo de dados (fala 2), no entanto rapidamente parece ter compreendido o que estava a ser proposto e identificou vantagens (fala 7):

1. Inv. – Então e porque é que não pode estar tudo nessa tabela?
2. Gustavo – Porque era uma granda *confusion*.
3. Luísa – E como é que fazemos isso?
(...)
4. Inv. – Tal e qual como está, mas aumentam o número de linhas.

5. Luísa – Ah, eu tou a perceber. Ensaio um, alínea a, b e c. Ensaio 2, alínea a, b, e c.
6. Inv. – Pode ser.
7. Gustavo – Quer dizer, aí até é bom porque a gente imagina, aqui, imagina, uníamos estas três células, metíamos aqui um 1 aqui no meio e metíamos as coisas para...
8. Inv. – Unes as células dos valores que vais manter constantes em todas as medidas para não teres de estar a repetir. (T4_A1)

No que diz respeito à indicação das unidades de medida, na primeira versão do relatório da primeira tarefa, o Gustavo, para além de ter indicado a unidade de medida junto ao nome da grandeza, registou-a também após cada medida. Neste sentido, escrevi: “A vantagem de se indicar as unidades aqui [título da linha] é não ter de as repetir”. Tanto na segunda versão deste relatório como nas tabelas apresentadas nos relatórios da segunda e quarta tarefas as unidades passaram a constar apenas nos títulos das linhas/columnas, o que parece constituir um progresso.

Ainda ao nível da organização, o Gustavo revelou dificuldades na atribuição de títulos às tabelas. Na primeira versão do relatório da primeira tarefa não apresentou qualquer título. Assim, antes da tabela escrevi: “Título da tabela?”. Na segunda versão, acrescentou: “Tabela que relaciona a massa com o volume de cada tipo de areia”. Com o intuito de o ajudar a compreender de que forma poderia melhorar o rigor, escrevi o seguinte comentário: “Proponho: Tabela 1: Registo das medições de massa e volume das amostras de areia”. Na segunda versão do relatório da segunda tarefa o aluno apresentou uma tabela sem título e, na primeira versão do quarto relatório, o título da tabela apresentada foi “Tabela 1: Registo de dados”, o que é vago. Deste modo, embora tenham sido apresentados exemplos concretos (no comentário feito na segunda versão do relatório da primeira tarefa e no relatório-exemplo), parece ter persistido a dificuldade em atribuir um título que explicitasse com rigor e algum detalhe o conteúdo das tabelas de registo os dados.

Tratamento de dados. O Gustavo, com o auxílio dos colegas de grupo e da professora numas situações, e de forma mais autónoma noutras, fez o tratamento de dados que se esperava e quase sempre sem incorreções. Na primeira tarefa, determinou autonomamente a massa volúmica das areias e realizou os cálculos necessários para dar uma resposta à primeira questão-problema. Na quarta tarefa, determinou a altura e comprimento do escorrega para que fossem cumpridas as regras de segurança, tendo explicado o que fez a um colega, revelando compreender o que tinha feito:

Tomás – Como é que calculas a altura do escorrega real, lá atrás?

Gustavo – Depois, tipo, tu não vais calcular o alcance, tipo o alcance vai ser cinco ou vai ser doze né, que é o máximo e o mínimo e depois vais ficar em evidência com a velocidade zero.

Tomás – Ah, e depois sabes a velocidade.

Gustavo – Sabes a velocidade, igualas, a energia mecânica em cima igual à energia mecânica em baixo.

Tomás – Ah, obrigado.

Gustavo – Substituis tudo menos a massa, que a massa depois corta.
(T4_A3)

Porém, na segunda tarefa, necessitou do meu auxílio e do colega de grupo para determinar algumas grandezas, como a massa molar (falas 1 a 9) e o volume molar. No segundo caso, apesar de ter começado por estabelecer uma relação correta entre a quantidade de hélio presente no balão e o seu volume (fala 10), teve dificuldade em concluir autonomamente o seu raciocínio (falas 14, 16 e 18):

1. Gustavo – Como é que se faz a massa molar? Não sei isso de cor.
(...)

2. Duarte – Agora vais fazer M igual a quatro.

3. Gustavo – Onde é que tu foste buscar o quatro?

4. Duarte – Vi pela Tabela Periódica. Vezes um.

5. Gustavo – Como é que sabes que é um?

6. Duarte – Porque ele é só um.

7. Gustavo – O que é que é só um?

8. Duarte – O Hélio. É assim. Vê o exemplo do H dois O [no caderno].

9. Gustavo – Espera. Ya, era só isso que eu precisava de saber, ya, obrigado. (T2_A1)

10. Gustavo – Calma. Então, se isto é isto [se $0,5 \text{ dm}^3$ estão para $0,02375 \text{ mol}$], então eles querem saber é o volume, né?

11. Duarte – Yep.

12. Gustavo – Quantas moles é que estão lá a encher aquilo?

13. Duarte – São essas, tínhamos calculado isso.

14. Gustavo – Não é nada, então! A gente temos de ter dois resultados: o do volume total e da mole. É pá, mas isto assim não vai dar.

15. Duarte – Isso não é essa conta.

16. Gustavo – Stora, tenho aqui uma dúvida. (...) Eu tava a tentar fazer isto assim. Isto aqui é para descobrir o volume de cada um dos gases. (...) Então, eu fui achar o volume do balão em decímetros cúbicos. E depois fui aqui, e isto aqui tá-me a dar mal. Eu não sei o que é que eu agora...

17. Prof. – Porque é que estás-te a dar mal?

18. Gustavo – Porque eu acho que isto não é assim porque nós vamos ter o volume do balão é x mole, não é? (T2_A2)

A *correção analítica* parece ter sido um aspeto que, geralmente, mereceu algum cuidado. Por exemplo, na segunda tarefa, ao tomarem consciência de que existia uma forma direta para obter o valor da massa dos gases, repetiram as medições para confirmar os valores que tinham obtido através dos cálculos:

Prof. – Vocês carregaram no Tare antes de encher o balão?

Gustavo – Não, mas fizemos a conta e subtraímos. Pois é, tínhamos carregado no Tare! (...) Vá mete aí, não é nesse, é no hélio (...), no Tare, só para ver se isto tá bem. (T2_A1)

Algumas concepções erróneas parecem justificar os únicos erros que surgiram nos relatórios: a determinação (impossível) da percentagem de quartzo na primeira tarefa e o comprimento do escorrega na quarta tarefa. Nas conclusões da primeira versão do relatório da primeira tarefa, indicou a percentagem de quartzo em cada uma das areias: “Posso também concluir, que a constituição da areia amarela é cerca de 47,5% de quartzo, e a constituição da areia do rio é cerca de 45,7% de quartzo”, mas não apresentou cálculos que justificassem estes valores. Por isso, questionei, através de um comentário escrito: “Como chegaste a estes valores?”, tendo o Gustavo, na segunda versão, tentado calcular a percentagem de quartzo em cada uma das areias a partir da massa volúmica tabelada (Figura 7.14), o que revela lacunas na compreensão do significado do valor da massa volúmica de misturas. Tal como discuti com o aluno, durante a entrevista, não seria possível determinar a percentagem de quartzo na areia porque a massa de cada componente era desconhecida.

-Percentagem de quartzo:

Comment [I4]: Não é possível determinar a percentagem de quartzo com os dados que possuiis.

Areia Amarela

$2,65 \text{ g/cm}^3$	_____	100%
$1,26 \text{ g/cm}^3$	_____	x

$$x = \frac{1,26 \times 100}{2,65} = 47,5\%$$

Areia do Rio

$2,65 \text{ g/cm}^3$	_____	100%
$1,21 \text{ g/cm}^3$	_____	x

$$x = \frac{1,21 \times 100}{2,65} = 45,7\%$$

Figura 7.14. Excerto do tratamento de dados comentados da segunda versão do relatório da primeira tarefa

No relatório da quarta tarefa, o Gustavo propôs que o escorrega tivesse uma inclinação de 40° , mas indicou incorretamente o valor do seno de 40° (Figura 7.15). Parece ter permanecido a ideia de que o seno de uma inclinação de x graus é $0,x$, embora esse aspeto já tivesse sido discutido, durante a aula, e o aluno tivesse dito que tinha compreendido. Assim, apesar de a conceção errada ter sido discutida, voltou a emergir e a conduzir à realização incorreta de um cálculo:

Gustavo – A stora da outra vez explicou-nos. Isso também não entrou bem comigo, mas explicou-nos: quando dizemos que a inclinação disto é 45, significa que o seno deste ângulo é igual a 0,45.

Inv. – Quanto é que é o seno de 45 graus?

Gustavo – Raiz de dois a dividir por dois. (...) Mas pela minha lógica, a inclinação significar que aqui é 45 é por cada 100 metro que anda para o lado sobe 45.

Luísa – Mas isso é se tivesses 45 por cento.

Inv. – Isso estás a falar de percentagem e não de ângulos.

Gustavo – Ahh, tem razão, tem. (T4_A1)

Comprimento do escorrega:

$$\sin \alpha = \frac{32}{h} (=) 0,4 = \frac{32}{h} (=) h = 80m$$

$$h^2 = c^2 + c^2 (=)$$

$$(=) 80^2 = 32^2 + c^2 (=)$$

$$(=) c = \sqrt{80^2 - 32^2} (=) c \sim 73,32m$$

Comment [15]: Isto é o comprimento total do escorrega? (Melhorar a COERÊNCIA das dimensões do escorrega com o dados fornecidos no problema.)

Comment [16]: Atenção à CORRECÇÃO analítica. De acordo com o indicado na carta aqui estarão a utilizar o ângulo de 40° , ou não?

Figura 7.15. Excerto do tratamento de dados da primeira versão do relatório da quarta tarefa

Relativamente à inclusão das unidades das grandezas determinadas, foram vários os momentos, durante a segunda tarefa, em que tive de relembrar a necessidade de as indicar. Embora o aluno soubesse que unidades deveria colocar, inicialmente não as tinha indicado:

Prof. – Não te esqueças de colocar as unidades das coisinhas que calculas.

Gustavo – Exatamente.

(...)

Gustavo – mol de Ar, mol de N dois. (T2_A1)

Prof. – Quando vocês fazem uma regra de três simples, estás a ver aqui: 0,024 moles de Árgon ocupam 0,5 decímetros cúbicos, então uma mole de Árgon vai ocupar x . E o x vem em quê?

Gustavo – Decímetros cúbicos. [acrescenta a unidade no final de vários cálculos]. (T2_A2)

Apesar de ter havido a necessidade de fazer algumas chamadas de atenção na segunda tarefa, todos os resultados apresentados nos quatro relatórios incluem as unidades de medida corretas.

A principal lacuna no tratamento de dados, e que se manteve ao longo do estudo, relaciona-se com a *organização*, mais especificamente com a ausência ou utilização de subtítulos demasiado vagos. Na primeira versão do relatório da primeira tarefa, uma parte do tratamento de dados (que envolveu o cálculo da massa volúmica da areia) não foi precedido de um subtítulo, por isso, e para que o aluno compreendesse o tipo de subtítulos que poderia incluir, fiz a seguinte proposta (no comentário escrito): “Determinação da massa volúmica”. Antes do cálculo da massa contida em um metro cúbico de areia também não existia subtítulo e, por isso, o comentário questionava esta ausência: “Subtítulo para esta parte?”, tendo o aluno acrescentado “Determinação da massa volúmica em unidades diferentes”.

Embora tivesse apresentado, na primeira versão, um subtítulo para os cálculos finais: “Estaleiros Lourenço Lda”, este não era coerente com o que apresentou em seguida, o cálculo do preço de uma tonelada de cada uma das areias nesse estaleiro. Assim, o comentário escrito referia que: “será mais útil que o subtítulo indique o que estás a calcular”. Na segunda versão, o Gustavo alterou o subtítulo para: “Preço dos dois tipos areia no Estaleiro Lourenços Lda”, o que evidencia uma evolução, apesar de não indicar que esse preço se refere a uma tonelada de areia.

Os relatórios da segunda tarefa também evidenciam lacunas. Tanto na primeira como na segunda versão a separação das várias partes dos resultados foi feita com os números correspondentes às questões do guião. Durante a segunda entrevista, abordei este tema, tendo o Gustavo sido capaz de propor um subtítulo:

Inv. – O relatório é, no fundo, o descrever de uma atividade. Não é propriamente uma resposta direta às questões. Não é isso que deve ser o relatório, estás a perceber? Por isso, o subtítulo é, no fundo, o que é que tu vais pôr aqui nesta parte. Esta parte diz respeito a quê?

Gustavo – Ao número de átomos ou moléculas.

Inv. – Então, podias pôr no subtítulo: determinação do número de moléculas ou átomos de gás dentro do balão.

Gustavo – Pois, exatamente. (E2)

Na primeira versão do quarto relatório, os únicos títulos apresentados ao longo dos cálculos realizados foram: “Média” e “comprimento do escorrega”. Assim, foi feito um comentário escrito com a sugestão de: “incluir títulos e subtítulos”. Na segunda

versão, incluíram os subtítulos: i) “velocidade e altura”, antes da determinação da velocidade de saída do escorrega e da sua altura, considerando o alcance máximo e mínimo, e; ii) “alcance”, antes da determinação do alcance esperado, considerando a altura do escorrega selecionada. Para além disso, substituíram o subtítulo “média” por “média das alturas” e o subtítulo “comprimento do escorrega” por “comprimento do troço inclinado”, o que conduziu a uma maior completude, clareza e rigor.

Durante a entrevista foi feita uma análise dos subtítulos acrescentados. O aluno facilmente reconheceu que o subtítulo: “velocidade e altura” era insuficiente para a compreensão do que foi determinado. Para além disso, justificou a necessidade de incluir a palavra calcular (para haver coerência entre o subtítulo e conteúdo seguinte):

Inv. – Vamos imaginar, há uma pessoa que está aqui a ler, a começar a ler o vosso relatório. Subtítulo: velocidade e altura, o que é que te sug... O que é que este subtítulo te sugere?

Gustavo – Sugere que vamos calcular, pronto, a velocidade e chegamos a um sítio, que temos a velocidade com que... já não me lembro se é no fim. Deve ser a velocidade com que ele chega no troço horizontal e a altura do escorrega que ele tem de ter para ter aquele alcance.

Inv. – Exatamente. Então, mas só com a palavrinha velocidade e altura nós sabemos logo que vocês vão fazer cálculos a seguir, é isso?

Gustavo – Pois, devia estar assim: calcular a velocidade, tanto que foi isso que eu lhe disse agora. Tanto que, pronto, está mal feito porque eu agora também não sabia qual é que é a velocidade que a gente vamos calcular e qual é a altura que a gente vamos calcular (...) se a gente dizemos [apenas] velocidade e altura nem se devia calcular nada. A seguir dos dois pontos devíamos dizer a velocidade e devíamos dizer a altura. (E4)

Assim, podemos verificar que a mera sugestão de inclusão de subtítulos (através de comentários escritos) conduziu a uma melhoria apreciável na segunda versão dos relatórios da primeira e da quarta tarefa. E, para além disso, nas entrevistas, nomeadamente na última, o Gustavo foi capaz de identificar as limitações dos subtítulos utilizados e propor melhorias. Estes factos sugerem que esta lacuna dever-se-á, não só a dificuldades de aplicação, como também a uma certa desvalorização, já que ele sabe o que fez e como organizou os resultados. Um distanciamento no tempo relativamente à elaboração do relatório parece facilitar a valorização da inclusão de subtítulos que exprimam melhor o conteúdo subsequente.

Conclusões & reflexão

As *conclusões* retiradas no âmbito das quatro tarefas, geralmente, foram coerentes com os resultados e com a fundamentação teórica. Porém, no relatório da quarta tarefa, a conclusão relativa à influência da massa no alcance foi ao encontro dos resultados experimentais obtidos, mas não foi coerente com as leis do movimento. Relativamente à inclinação, para além da conclusão ser incoerente com a lei da conservação da energia mecânica, não se baseou em resultados obtidos, na medida em que a inclinação da rampa não foi alterada em nenhum ensaio (Figura 7.16).

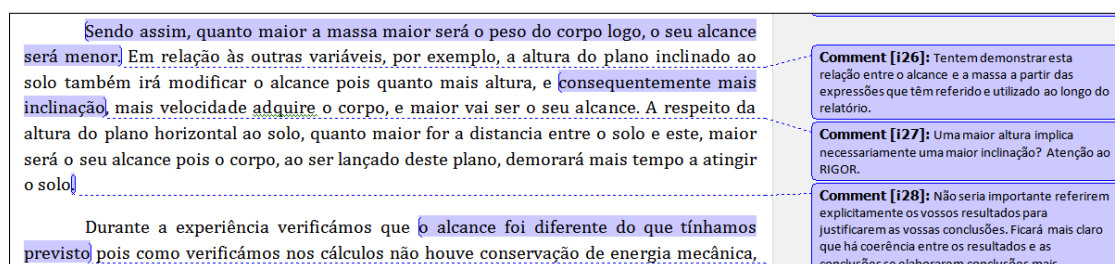


Figura 7.16. Excerto das conclusões & reflexão comentadas da primeira versão do relatório da quarta tarefa

Na segunda tarefa, inicialmente, houve dificuldade em generalizar porque surgiram pequenos desvios entre os resultados. Contudo, o facto de ter alertado o Gustavo para a possibilidade de terem ocorrido erros parece ter contribuído para que fizesse generalizações e retirasse conclusões coerentes com os resultados obtidos relativamente ao volume molar:

Gustavo – (quando termina a determinação do número de partículas do segundo gás nas mesmas condições de pressão). Já não dá, isto tá errado. Ó stora! (...) Stora, tenho aqui uma dúvida, isto não nos deu o mesmo resultado. Está parecido, só que não dá igual. Tá aqui.

Prof. – Então, mas deve dar um resultado muito parecido. Isto tem a ver com o facto de vocês às vezes meterem a pressão um bocadinho maior ou um bocadinho menor. Então, ouve lá 1,4 vezes dez elevado a vinte e dois. 1,4, se arredondarmos às décimas não dá assim tão diferente quanto isso.

Gustavo – Pois, está bem. (T2_A1)

(...)

Gustavo – Eu acho que ele [o volume molar] se mantém semelhante, se vires nas condições PTN. (T2_A3)

No que diz respeito à *explicitação dos resultados para justificar as conclusões* retiradas, observa-se uma regressão, já que, nos relatórios da primeira tarefa, este aspeto é contemplado (tendo sido indicado o preço de cada uma das areias e os valores de massa volúmica determinados - Figura 7.17), mas nos restantes não. Embora tivesse sugerido, na primeira versão do relatório da segunda tarefa, a inclusão deste item, nada foi acrescentado na segunda versão. Na entrevista procurei clarificar o que se pretendia, no entanto, os dados recolhidos ao longo das tarefas subsequentes sugerem que este item não foi apropriado (compreendido, valorizado e aplicado).

Com esta experiência, no primeiro objectivo concluí que sai mais barato se se comprar qualquer tipo de areia, no estaleiro Perpétuo e filhos Lda, pois fica 10,5 € uma tonelada de qualquer tipo de areia, enquanto que no estaleiro Lourenços Lda fica 11,11 € a areia amarela e a 11,57 € a areia do rio. *→ que massa/volume?*

No segundo objectivo, posso concluir que nenhuma das areias é constituída completamente por quartzo, pois a massa volúmica do quartzo é de 2,65 g/cm³, enquanto a massa volúmica da areia amarela é de 1,26 g/cm³ e a massa volúmica da areia do rio é de 1,21 g/cm³. Posso também concluir,

Figura 7.17. Excerto das conclusões comentadas da primeira versão do relatório da primeira tarefa

A partir da leitura do descritor, retirar conclusões que se baseiam explicitamente em evidências para o Gustavo significava tirar conclusões que se manifestavam de uma forma muito clara a partir da análise dos resultados, não implicando a explicitação dos resultados para justificar as conclusões retiradas (fala 1). Tal como é ilustrado na transcrição que se segue, procurei clarificar o significado deste descritor de forma a chegarmos a um entendimento comum (fala 4) e o aluno pareceu ter-se apercebido que atribuiu um significado diferente daquele que se pretendia (fala 5):

1. Gustavo – Significa que são coisas que se consegue olhar e consegue-se aperceber logo. Consegue-se logo tirar uma conclusão. Não consigo explicar bem à stora.
2. Inv. – Que é evidente, que é óbvio...
3. Gustavo – Pois, é isso.
4. Inv. – Quando se diz que se baseiam explicitamente em evidências quer dizer que se baseiam explicitamente nos vossos resultados, ou seja, vocês devem de ir buscar os vossos resultados para justificar as vossas afirmações. Por exemplo, se tu dizes que o volume molar a 700 Torr é maior do que o volume molar a 300 Torr, então vais

dizer, porque verifiquei que a 700 Torr é não sei quanto e a 300 Torr é não sei quanto. Então, isto [o descritor] não está nada claro, não é? Quer dizer, não é óbvio, não é?

5. Gustavo – Quer dizer, por um lado tem e por outro lado não tem, porque é óbvio que se nós olharmos para uma coisa conseguimos ver que é maior do que outra. É uma coisa que está óbvia. Pois, só que eu pensava que era óbvio, mesmo de óbvio, mesmo está à frente dos meus olhos, que nós olhássemos e víssemos logo. Pois. (E2)

Tanto no relatório da terceira tarefa como no da quarta as conclusões não explicitaram os resultados obtidos. No entanto, na terceira entrevista, o Gustavo considerou que foram ao encontro do esperado: “Retiro conclusões que se baseiam em evidências: pronto, aí acho que fizemos” (E3). E, na quarta entrevista, o discurso do aluno sugere que continua a não haver um entendimento comum relativamente ao que é esperado: “Isto aqui é durante a experiência. Foi o que a gente obtivemos, por isso, foi, tentámos explicitar os resultados, pronto, que obtivemos” (E4). Aparentemente o Gustavo disse que foram explicitados os resultados obtidos porque o parágrafo seguinte às conclusões inicia-se por: “Durante a experiência verificámos que...”. Porém, de facto, estes não chegaram a ser indicados.

Nos relatórios das últimas três tarefas, pretendia-se que fossem *comparados os resultados obtidos com os previstos*. No relatório da segunda tarefa, o Gustavo explicitou os resultados obtidos e os previstos (Figura 7.18), porém o mesmo não foi feito nos relatórios da quarta tarefa. A ausência dessa explicitação parece ser coerente com o que se verificou relativamente à explicitação dos resultados para justificar as conclusões. Parece prevalecer o padrão autoimposto de que não há necessidade de fazer a explicitação dos resultados porque estes se encontram noutra secção do relatório (e é óbvio).

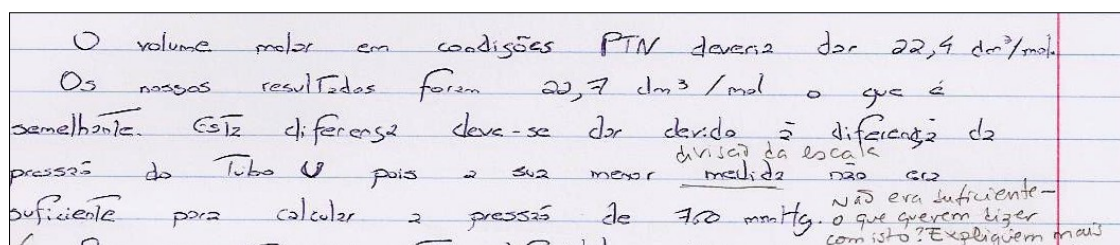


Figura 7.18. Excerto das conclusões & reflexão comentadas da primeira versão do relatório da segunda tarefa

No que diz respeito à *identificação das fontes de erro*, ambas as versões do relatório da primeira tarefa omitiram-nas. Embora tivesse feito comentários escritos na

primeira versão com o propósito de incitar a identificação das mesmas (“Que fontes de erro terão afectado a tua experiência?”; “Que limitações tem a estratégia que escolheste?”), não se observou qualquer progresso na segunda versão. Durante a entrevista, foi possível entender que, apesar de ter compreendido os comentários, o aluno não conseguiu identificar, com segurança (sem dúvidas), fontes de erro que considerasse relevantes:

Inv. – Nas conclusões, eu coloquei-te aqui no final uma perguntazinha: “que fontes de erro terão afetado a tua experiência?”

Gustavo – (...) com essa pergunta fiquei assim um bocado baralhado e não sabia bem o que é que haveria de fazer.

Inv. – Alguma ideia?

Gustavo – Pensei por causa, mesmo na balança, quando nós pesamos tem sempre o erro, erro de observação, correto? E pensei que poderia ser devido a isso, só que não tinha a certeza, não tinha bem a certeza. Então, preferi optar por não colocar do que colocar mal.

(...) [Os comentários escritos] não me ajudaram muito, que eu não compreendi muito bem. Quer dizer, eu compreendi as questões só que não consegui ver bem o que é que a stora estava a pedir para fazer. Fiquei assim... Ainda tentei fazer qualquer coisinha. As limitações, fiquei assim um bocado, as limitações só que não vi coisas assim com grande sentido, não me surgiram e, então, não... optei por não colocar.
(E1)

Durante a entrevista, o Gustavo identificou algumas fontes de erro: o facto de a mistura de componentes na mesma areia não ser igual em todo o tabuleiro (fala 1) e os erros de paralaxe (fala 2). Para que compreendesse o que se pretendia relativamente à explicação das limitações da estratégia adotada, explorei um dos aspetos que poderia conduzir a diferentes resultados da relação entre massa e volume (falas 3 a 6):

1. Gustavo – Poderia ter alguma coisa, algum componente diferente do outro canto.
(...)
2. Gustavo – Ter metido um pouco mais de areia ou um pouco menos, não ficar certamente no limite, é de olho, não se consegue ter a certeza que é mesmo no limite ou então pode ter algum erro de cálculo.
3. Inv. – Repara, se tu calcares a areia será que a relação que vais encontrar é a mesma que se não calcares?
4. Gustavo – Não.
(...)
5. Inv. – E a parte de baixo da areia será que está compressa da mesma forma que está as partes mais em cima da areia?
6. Gustavo – Pois. (E1)

Nas tarefas subsequentes à primeira entrevista, o Gustavo identificou, ou contribuiu para a identificação das principais fontes de erro e os relatórios passaram a contemplá-las, sugerindo que o feedback oral fornecido na entrevista contribuiu para a compreensão do que era pretendido relativamente a este item. No relatório da segunda tarefa, indicou a principal fonte de erro: falta de precisão do manómetro e, na terceira tarefa, constatou que a energia transferida com o gobelé não foi contabilizada na previsão de resultados (fala 1). Com o auxílio dos colegas foram identificadas outras fontes de erro, como a energia transferida com a mesa e com as mãos que seguravam no gobelé (falas 2 a 4):

1. Gustavo – (...) O gelo pode ter ido p'ró vidro. Porque nós aqui não temos nada com o vidro, sabes que o vidro arrefece bué com o gelo.
2. Miguel – Como aquilo ficou em cima da mesa...
3. Gustavo – Ya, a mesa também tava (...) Tava mais quente. Tava pra'i a quê? Dez ou assim.
4. Miguel – É por isso que, por condução, fez com que o gelo descongelasse. Como tava a temperatura maior que o gelo. (...) As nossas mãos a segurar o gobelé também pode ser. (T3_S2)

Quanto à quarta tarefa, o Gustavo, juntamente com as colegas, identificou como fontes de erro o atrito entre a esfera e a calha e a falta de rigor no método utilizado para medir o intervalo de tempo do percurso da esfera no troço horizontal:

Luísa – ... pois, como verificámos nos cálculos, não houve conservação da energia mecânica (...) ou seja, houve atrito, houve presença de atrito. Ponto, o atrito pode-se dever ao facto de, vírgula, por exemplo, o corpo de menor massa

Gustavo – enquanto descia (...) ia embatendo.
(...)

Gustavo – Existem outras fontes de erro, tais como...

Luísa – Tais como termos utilizado cronómetros para medir (...)

Gustavo – Para medir o tempo que o corpo demorava a descer. Não, foi a percorrer...

Luísa – Percorrer o troço horizontal (...) Pois, o cronómetro é muito pouco exato sendo necessário fazer mais que três ensaios. (T4_A2)

Apesar de quase todos os relatórios terem incluído a identificação de fontes de erro, nunca foi *explicado de que forma cada uma delas afetou os resultados obtidos* (mesmo nas segundas versões, depois de ter sido solicitado, através de comentários escritos, a sua inclusão). Na primeira versão do relatório da segunda tarefa, solicitei a explicitação do efeito da falta de sensibilidade da escala do manómetro na determinação do volume molar: “Comparando o valor do V_m obtido e o esperado, de que forma este

erro afectou as medidas que leram e consequentemente os resultados obtidos?” (R2_V1). Na segunda versão, foi acrescentado: “Este erro fez com que todos os cálculos em que se utilizou o volume molar não estão correctos, apesar de certamente serem semelhantes aos verdadeiros”. Ora, esta afirmação não faz sentido porque o valor do volume molar não foi utilizado em cálculos subsequentes. Assim, parece que a diáde não compreendeu o que se pretendia. Atendendo a que o valor do volume molar experimental (em condições PTN) foi superior ao volume molar teórico, significa que a quantidade de substância colocada dentro do balão foi inferior àquela que deveria ter sido colocada. Logo, devido a uma escala desadequada do manómetro, a pressão dentro do balão provavelmente era inferior a 760 mm Hg.

Durante a terceira entrevista, foi possível compreender que não havia um entendimento comum relativamente ao que se pretendia neste parâmetro. Para o Gustavo, parece ser suficiente dizer que as fontes de erro afetaram os resultados ou que justificam a diferença entre os resultados e as previsões (fala 2):

1. Inv. – Vocês explicam o efeito de cada uma das fontes de erro nos resultados?
2. Gustavo – (lê o seu trabalho) O efeito sim, está aqui a dizer. Nossas previsões da temperatura final (...) São muito inferiores daquelas que... foram as fontes de erro... não, daquelas que foram os resultados da experiência. Pensamos que essa diferença tenha sido... Acho que dizemos o que é que, pronto, o que é que as fontes de erro fizeram. Penso eu.
3. Inv. – Vocês dizem que essas fontes de erro causaram as diferenças.
4. Gustavo – Sim.
5. Inv. – Mas não dizem que por ficar uma determinada quantidade de massa no gobelé, porque quando nós transferimos ficam lá sempre umas gotas, a temperatura final vai ser maior ou menor do que aquela que estavam a prever. Estás a perceber?
6. Gustavo – Ahh, sim.
7. Inv. – Vocês dizem: o facto de massa ter ficado lá, o facto disto, o facto daquilo, o facto do outro influenciaram o resultado...
8. Gustavo – Mas não, influenciaram como...
9. Inv. – Não explicam é como.
10. Gustavo – Exato. Já entendi. Pois.
11. Inv. – Quer dizer que ainda não tinhas entendido esta parte aqui, o que é que isto queria dizer?
12. Gustavo – Pois, quer dizer, entender, entendi só que também não me lembrei de, pronto, não nos lembramos de referir isso, como é que tinha influenciado. Só dissemos que influenciou e no quê, só que como, não... Exato, falta. (E3)

Embora o aluno refira que já tinha compreendido o que se pretendia (fala 12), a análise que fez relativamente a este item sugere que ainda não tinha entendido o grau de profundidade que se esperava. O facto de este item (que estava contemplado na grelha com os critérios de avaliação) não ter sido discutido e incluído no relatório da quarta tarefa sugere que os comentários escritos e a discussão sobre o que se pretendia (falas 3 a 10) não foram suficientes para que tivesse sido desenvolvido na tarefa seguinte.

No que diz respeito à *indicação de possíveis alternativas para minimizar os erros*, em ambas as versões do primeiro relatório, o Gustavo não fez sugestões, até porque não tinha identificado quaisquer fontes de erro. Mas, na primeira versão do relatório da segunda tarefa apresentou uma sugestão: “Para se ultrapassar esta dificuldade, deveria-se arranjar um tubo U com uma menor medida [divisão da escala], o que permitiria ter a pressão com um valor mais exato.” Na terceira tarefa, não discutiram, nem incluíram, no relatório formas de minimizar os erros, mas na primeira versão do relatório da quarta tarefa sugeriram que: “Para diminuir tal erro, em vez de cronómetros, podíamos ter usado células fotoelétricas”. Assim sendo, parece que o aluno compreende o que se pretende e, por vezes, consegue fazer sugestões.

A explicação das *aprendizagens realizadas* foi sempre um item pouco desenvolvido ou ausente. Nos relatórios em que foi incluída, resumiu-se a duas linhas que indicavam o conteúdo principal subjacente à tarefa:

Com este trabalho aprendi a calcular a massa volúmica, pois ainda não tinha dado esta matéria no ensino básico. (R1_V?)

Com esta actividade ficámos a conhecer a Lei de Avogadro. Apesar de já termos ouvido falar nela não sabíamos em concreto o que era. (R2_V2)

O discurso do aluno evidencia que a sua conceção sobre este item inclui fundamentalmente competências conceptuais, como o conhecimento de conceitos e leis (falas 1 a 3). Apenas na primeira entrevista, o aluno fez referência a competências processuais (fala 4):

1. Gustavo – Depois o que é que pede isto aqui? Explico o que aprendi. Temos de dizer que... quer dizer, eu com este não aprendi grande coisa porque nós já tínhamos dado a matéria, não era? Ya, já tínhamos dado a matéria.
2. Maria– Ficámos mais esclarecidos.
3. Gustavo – Sobre o quê, como é que isto se chama? (...) Foi a entalpia, foi sobre a, as energias, calores e essas coisas. (T3_S2)

4. Também aprendi a elaborar um relatório bem elaborado mesmo e, que eu veja, não aprendi assim, coisas assim que eu não soubesse. (E1)

Do seu ponto de vista, as conclusões a que chegaram também constituem aprendizagens porque os conhecimentos que lhes estão subjacentes são adquiridos durante a realização da tarefa:

Gustavo – Pois, talvez até podíamos colocar isto na parte em que tínhamos aprendido, talvez.

Inv. – O quê? O quê?

Gustavo – A resposta às questões. (...) Por exemplo, quando eu tiro esta conclusão a dizer que a quantidade de substância no estado gasoso é semelhante se a pressão, a temperatura e o volume fossem iguais, não tinha conhecimento disso, não sabia. Podia ter colocado na parte das aprendizagens. (E2)

Assim, o facto de as conclusões já ilustrarem as aprendizagens realizadas fez com que, do seu ponto de vista, não houvesse necessidade de as voltar a incluir para o desenvolvimento deste item em particular:

Aqui quanto ao explico o que aprendi, pronto, a conclusão é toda basicamente o que a gente aprendemos, porque aprendemos mesmo a fórmula do alcance e tudo através desta matéria [tarefa]. (E4)

No que diz respeito ao *rigor*, por vezes, surgiram algumas falhas (falta de especificidade, lacunas a nível conceptual e dificuldades de comunicação escrita) que, geralmente, foram corrigidas quando foi feito um comentário nesse sentido. Na primeira versão do relatório da primeira tarefa, o Gustavo indicou o preço de cada uma das areias, mas não especificou a que quantidade (massa/volume) se referia esse valor (Figura 7.17). Neste sentido, questioneei, através de um comentário escrito: “que massa/volume?” e o aluno, na segunda versão, acrescentou: “no estaleiro Lourenços Lda. fica a 11,11 € uma tonelada a areia amarela e a 11,57 € uma tonelada de areia do rio.” Na primeira versão do relatório da segunda tarefa, salientei a falta de rigor na associação entre a Lei de Avogadro e o volume molar: “Atenção, a lei de Avogadro não fala directamente em volume molar”. Na segunda versão, o aluno deixou de fazer esta associação. No relatório da quarta tarefa, como já havia sido referido, verificou-se falta de rigor quando escreveram que quanto maior a altura, maior é a inclinação (Figura 7.16). Assim, na primeira versão, fiz o seguinte comentário: “Uma maior altura implica

necessariamente uma maior inclinação? Atenção ao rigor.” Na segunda versão, deixaram de fazer referência à inclinação.

A *organização* parece ser um aspeto pouco problemático, já que foi seguida a ordem dos itens que constam na rúbrica ou grelha com os critérios de avaliação, o que conferiu uma ordem lógica à apresentação dos conteúdos. Porém, quando foram feitos comentários que implicaram a transferência de conteúdos de outras secções para as conclusões (na segunda tarefa), observou-se uma regressão na organização, apontando para dificuldades em atender aos comentários e, simultaneamente, manter uma boa organização. Na primeira versão do relatório da segunda tarefa, havia uma interligação entre os vários parágrafos e uma ordem lógica dos assuntos que iam sendo abordados. Na segunda versão, os alunos transferiram as respostas às questões número 2.3. e 3. (que estavam na secção dos resultados) para o início desta secção (sem sequer terem retirado, do início desses parágrafos, o número da questão a que diziam respeito). O comentário sobre a forma como se produz ciência ficou no meio. Depois, acrescentaram um parágrafo com a conclusão relativa à primeira questão, sobre a Lei de Avogadro e, em seguida, compararam os resultados previstos com os obtidos experimentalmente. Por fim, indicaram as limitações que diziam respeito à determinação do volume molar, apesar de as conclusões relativas ao volume molar terem sido abordadas logo no primeiro parágrafo.

Relativamente a este ponto fraco forneci feedback escrito e oral. Na segunda versão escrevi: “A conclusão deve estar organizada de um modo lógico e coerente (não deve ser uma resposta a cada uma das questões directamente)” e, durante a entrevista, voltei a frisar este comentário:

Inv. – Sim, só que não valia a pena era vocês estarem aqui a colocar 2.3., 3. Portanto, a conclusão deve ser um texto e, no fundo, aquelas questões eram, eram para vos ajudar, não é... Era para vos orientar, para vocês saberem o que é que deviam concluir com aquela atividade.

Gustavo – Exatamente.

Inv. – Mas o meu objetivo não era que vocês chegassem aqui e dissessem: 2.3. – resposta; 3 – resposta.

Gustavo – Pois.

Inv. – Era que formulassem uma conclusão e uma reflexão em que incluíssem lá aquelas respostas. No fundo era só para vos orientar. (E2)

Nos relatórios seguintes, os conteúdos foram apresentados de uma forma organizada (recorrendo a uma ordem lógica) e sem indicar o número da questão com que estavam relacionados.

Estrutura e apresentação global

Habitualmente, o Gustavo adotou a estrutura proposta para a elaboração dos relatórios. Porém, na segunda tarefa, como o guião era mais elaborado do que o primeiro (contendo mais questões), parece ter havido um conflito entre utilizar a estrutura proposta, que o aluno conhecia e já tinha utilizado no relatório anterior, e uma estrutura diferente que, do seu ponto de vista, seria igualmente adequada:

Gustavo – Ó stora, aqui, nisto do relatório, quando nós fazemos o procedimento e os resultados está logo tudo aqui inserido, não é preciso dividirmos, ou não?

Prof. – O relatório é dividido em várias partes.

Gustavo – Exatamente.

Prof. – Está aí qual é que é a estrutura que deve ter o relatório.

Duarte – Como este (e mostra o relatório da primeira tarefa). (T2_A3)

Ao apontar a rubrica como o documento a utilizar para orientar a estruturação do relatório (fala 2), o aluno questionou a necessidade de fazer uma capa (já que tal não estava contemplado na rubrica), parecendo desvalorizar a sua inclusão (fala 3):

1. Gustavo – Não é preciso fazer capa, pois não? Não está aqui.
2. Prof. – Pois, tens razão, mas está lá naquele guião do relatório.
3. Gustavo – Pois. Mas é mesmo preciso, stora? (T2_A3)

Apesar de parecer haver uma tensão entre os padrões autoimpostos e as orientações fornecidas, as interações estabelecidas comigo foram suficientes para que a diáde tenha separado o procedimento dos resultados e incluído uma capa. Nos relatórios subsequentes o Gustavo também respeitou a estrutura proposta.

Nos relatórios da segunda e quarta tarefas pareceu haver alguma dificuldade em incluir algumas das respostas às questões do guião no local adequado do relatório. Tal levou a que, na primeira versão do relatório da segunda tarefa não existisse uma secção intitulada por resultados e, em vez dela, existisse a resposta direta às questões do guião, contemplando resultados e conclusões, e, na primeira versão do relatório da quarta tarefa, fosse incluída a fundamentação teórica na secção das conclusões. Nas segundas versões destes relatórios, face aos comentários escritos, os conteúdos passaram a enquadrar-se nas secções adequadas.

Na primeira versão do relatório da segunda tarefa escrevi o seguinte comentário: “Que parte do relatório é esta? Parece-me que estão a apresentar os resultados”. Na

segunda versão, o Gustavo passou a incluir o subtítulo: resultados. Para além disso, escrevi: i): “A alínea 2.3. não vos pede para tirar algumas conclusões a partir da análise dos vossos resultados? Será que esta resposta está correctamente posicionada nesta parte do relatório?”, e; ii) “A resposta a esta questão [número três] também se pode enquadrar nas conclusões e reflexões”. Pelo que, na segunda versão, as respostas a estas questões foram transferidas para a última secção, conclusões & reflexão. Para além de ter havido um progresso entre estas duas versões, verificou-se que, nos relatórios subsequentes, passou a haver uma melhor estruturação global dos relatórios e deixou de se observar a mera resposta direta às questões do guião.

De acordo com o Gustavo, a inclusão, na primeira versão, de conclusões na secção dos resultados deveu-se a falta de atenção:

Isto aqui não era um resultado. Nós nem fizemos cálculos nem nada. Se nós tivéssemos olhado para isto com mais atenção. Tanto que a stora aqui [na rubrica] refere tratamento de dados, registo de dados. Nós aqui não apresentámos nem registámos nada. Se nós tivéssemos tomado um pouco mais de atenção, ficávamos logo... nem era preciso saber matéria nenhuma, era só lógica, mas prontos, não tomámos atenção e colocámos aqui. (E2)

Na secção das conclusões & reflexão do relatório da quarta tarefa, o grupo incluiu quatro parágrafos iniciais em que identificavam as forças aplicadas na esfera e explicavam, do ponto de vista teórico (considerando desprezável o atrito), o tipo de movimento da mesma no plano inclinado, no troço horizontal e no ar. Ora, este tipo de abordagem seria mais adequado localizar-se na fundamentação teórica, no entanto, o facto de a professora ter dito, genericamente, que as respostas às questões pós-laboratoriais do guião deveriam ser contempladas na última secção do relatório parece justificar esta organização:

Nós escrevemos coisas aqui igual à introdução porque está na ficha (...) umas perguntas para nós respondermos, e a stora de química disse que essas perguntas eram para responder na conclusão. (Luísa, T4_S1)

No que diz respeito à segunda tarefa, verificou-se que a primeira versão do relatório não contemplou tudo o que foi discutido e realizado para o desenvolvimento da tarefa. Indicaram apenas a estratégia utilizada para responder à segunda questão e não concluíram se os resultados obtidos permitiam ou não corroborar a Lei de Avogadro, embora o tenham feito oralmente:

Gustavo – Então, através desta simulação concluímos...

Duarte - ... através de cálculos.

Gustavo – concluímos que a hipótese de Avogadro é correta. (T2_A2)

Mas, na segunda versão e nos relatórios das tarefas seguintes, isso deixou de acontecer, o que sugere uma maior capacidade de incluir e organizar a informação recolhida e analisada. A par da experiência adquirida, o facto de terem tido mais tempo para desenvolver os relatórios seguintes poderá ter também favorecido melhores desempenhos a este nível.

A conceção do Gustavo acerca deste parâmetro parece nunca ter correspondido exatamente ao que se pretendia. Numas circunstâncias pareceu ser mais abrangente, como se tratasse de uma parâmetro global relativo a todos os critérios de avaliação (falas 9 a 11), noutras mais limitada, como se bastasse separar as várias secções (indicando os respetivos subtítulos) para que a estrutura proposta fosse cumprida (fala 12). Embora a beleza não fosse um critério a considerar neste (ou noutro) parâmetro, foi apontado e valorizado pelo Gustavo nas reflexões que foi fazendo acerca dos relatórios ao longo do estudo (falas 2, 8), mesmo após o esclarecimento dado na primeira entrevista (falas 3 a 7):

1. Inv. – Então para ti um aspeto atrativo é estar bonitinho. É isso?
2. Gustavo – Mais ou menos, é uma atração, é uma pessoa olha e pensa, aquilo é engraçado, deveria ler. Penso porque acontece comigo porque quando eu vou comprar um livro ou buscar um livro à biblioteca vejo a capa, penso: aquele tem a capa engraçada, é capaz de ser giro – trago.
3. Inv. – Quando eu estou aqui a falar na apresentação, estou a falar da apresentação do relatório no geral e da estrutura no geral (...) dentro de cada item eu já estou a avaliar nos outros tópicos. Quando eu digo que explico organizadamente, já estou a avaliar se estão organizados ou não os resultados, naquele item dos resultados, portanto não seria muito correto eu voltar a avaliar a mesma coisa noutro item, estás a perceber?
4. Gustavo – Pois, estou.
5. Inv. – Portanto, isto da apresentação é mesmo do relatório no global. Coloquei as diferentes partes do relatório por uma ordem lógica? Por exemplo, houve quem me apresentasse o procedimento no final de tudo, das conclusões. (...) E em relação ao aspeto atrativo era mais a ideia se diferenciava (...) Tu podias colocar tudo pela ordem correta, mas metias sem títulos, sem nada, ou os títulos muito pequeninhos que uma pessoa não percebia que ali acabou a introdução e depois começou a planificação.
6. Gustavo – Exato.

7. Inv. - Era mais nesse sentido o aspeto atrativo, e não estar ali uma coisa lindíssima. (E1)
8. Tá assim um relatório mesmo, está girinho, pronto. Também temos de ver isso. (E3)
9. Gustavo – O quê tá tudo três, três, três, dois, três e tu vais meter um quatro!
10. Duarte – Estrutura e apresentação.
11. Gustavo – Geral, geral é tudo! (T2_A3)
12. Essa parte da primeira versão não estava bem assim organizada. Na primeira versão eu penso que me adequava ao nível dois porque ele tem a estrutura proposta só que, por exemplo, nos resultados não indico que seja os resultados. (E2)

O papel das estratégias e recursos na apropriação dos critérios de avaliação

Rúbrica/grelha com os critérios de avaliação

Na primeira entrevista, procurei compreender, não só o contributo da utilização da rúbrica, mas também o papel da discussão dos critérios de avaliação antes da sua entrega. O Gustavo apresentou como vantagem desta discussão a aquisição de conhecimentos acerca dos itens a incluir, considerando que esta estratégia facilitou, posteriormente, a realização do relatório porque foram os próprios alunos a dizer o que seria necessário fazer:

Acho que foi melhor porque (...) estava a fazer com que nós disséssemos o que estava no papel que a stora estava a pensar entregar. A stora, penso que estava a tentar dizer o que é que nós tínhamos de pôr no relatório só que nós a transmitirmos para a stora. Penso que foi mesmo uma vantagem porque nós tentámos apresentar os passos todos que eram precisos, logo quando fôssemos fazer o relatório seria mais fácil porque nós já tínhamos dito os passos. (E1)

O Gustavo considerou que foi uma mais-valia a entrega e discussão da rúbrica porque o ajudou a saber o que deveria fazer, facilitando a elaboração, quer dos relatórios de Física e Química, quer de outros trabalhos. O aluno disse ter tentado fazer a transferência das indicações fornecidas relativamente à introdução e à conclusão para outros contextos:

Gostei do método da stora fazer, nos ajudar a elaborar o relatório. (...) Nós não estamos habituados a darem-nos as coisas, tanto que devido... a

stora como deu esses indicadores eu, uma vez, pedi à professora de Biologia (...) Disse-lhe para ela nos dar qualquer coisa também que nos desse um, pronto, uma noção do que é que nós tínhamos de fazer.

(...)

Eu nunca soube bem como fazer uma introdução, como fazer uma conclusão. Nunca tive alguém que me dissesse, um professor que me dissesse como é que se fazia, mesmo exato. Então, pronto, aí, mesmo por alto, ajuda noutros trabalhos. Há coisas que não, né, porque é devido só à disciplina, só que há outros que serve perfeitamente (E3)

Mesmo algumas grelhas, tipo, a introdução diz: definir os objetivos coerentes. Não é só específico quanto à disciplina de Física e Química, por isso, pode ser utilizado também noutros trabalhos. (E5)

Porém, as evidências sugerem que a discussão dos critérios de avaliação, antes da entrega da rubrica, e a sua leitura, por si só, não promoveram a compreensão de alguns aspetos. O Quadro 7.1. procura identificar os critérios/itens relativamente aos quais parece ter-se chegado a um entendimento comum e os que parecem não ter sido logo compreendidos/valorizados.

Relativamente aos critérios que parecem não ter sido compreendidos, verifica-se que alguns deles, tais como a síntese dos objetivos e alguns aspetos de organização não foram inicialmente discutidos, daí que seja natural não se ter chegado logo a um entendimento comum. Aliás, a síntese foi um critério introduzido apenas na segunda versão da rubrica (entregue para a elaboração do relatório da segunda tarefa) e não foi explicitado o seu significado aquando a sua entrega. Outros itens, como o esquema ilustrativo e as aprendizagens realizadas, foram abordados sem que se esclarecesse o que era pretendido:

Prof. – O que é que, às vezes, ajuda a explicitar aquilo que nós fizemos?

Daniela – Um esquema.

Prof. – Um esquema, Daniela, sim senhor. Um esquema. Portanto, sempre que possível fazer um esquema.

Prof. – Mais coisas?

Sofia – O que aprendemos.

Prof. – Portanto, no final fazer um resumozinho do que é que aprenderam com a atividade. (T1_A1)

Quadro 7.1.

Identificação dos critérios de avaliação/itens que parecem ter sido compreendidos (ou não) por Gustavo apenas a partir da discussão inicial dos critérios de avaliação e da leitura da rubrica

Parte do relatório	Critérios/itens que parecem ter sido...	
	...compreendidos:	...não compreendidos
Introdução	- objetivos claros e coerentes	- síntese* - princípios científicos detalhados
Planificação	- estratégia selecionada detalhada - previsão de resultados	- estratégias alternativas
Procedimento	- descrição dos passos	- esquema ilustrativo
Resultados	- registo de dados - tratamento de dados	- organização (separar registo e tratamento de dados)*
Conclusões & reflexão	- conclusões coerentes com os resultados - comparação dos resultados com as previsões	- explicitação das evidências
		- identificação das fontes de erro - explicação dos efeitos das fontes de erro nos resultados - dificuldades e limitações associadas à estratégia utilizada - sugestão de alternativas - aprendizagens realizadas
Estrutura e apresentação	- organização	- aspeto atrativo*

* aspetos que não foram abordados durante a discussão dos critérios de avaliação

Assim, a maioria dos critérios de avaliação que não foram logo compreendidos não tinham sido efetivamente esclarecidos, o que coloca em evidência a importância da discussão, isto é, da partilha de ideias entre professor e alunos para que se alcance um entendimento comum. Os únicos itens que foram explicados durante a discussão e que parecem não ter sido compreendidos foram: i) a explicitação de evidências ao se retirarem conclusões (falas 1 a 3) e, iii) a identificação das fontes de erro e explicação dos seus efeitos nos resultados (fala 6):

1. Luísa – As conclusões a que chegámos
2. Sara – O que é que observámos. Se conseguimos atingir o objetivo.
3. Prof. – Pronto, então vamos lá ver. Vamos juntar estas duas coisas. Se calhar vocês vão dizer: eu conclui isto porque durante a experiência observei isto. Certo? Portanto, tirar conclusões com base

naquilo que foi, com base nos resultados que vocês obtiveram com a experiência.

4. Prof. – E devem identificar também as fontes de erro. Porque é que os vossos resultados não foram iguais às vossas previsões? Que erros é que afectam os vossos resultados? Como é que afectam? Afectam assim porquê? Ok? Portanto, explicar as fontes de erro, quais é que são e como é que afectam os vossos resultados. (T1_A1)

Deste modo, os dados sugerem que a exploração do que é pretendido (no grupo-turma) pode não garantir a compreensão imediata do que é esperado. Para além disso, pode não favorecer a sua valorização, como pareceu ocorrer relativamente à elaboração de uma fundamentação teórica detalhada, à apresentação de estratégias alternativas e de um esquema ilustrativo.

A partir do discurso do aluno nas entrevistas e no questionário final e da observação em sala de aula, verificamos que as grelhas (a rubrica utilizada nas primeiras três tarefas e a grelha com os critérios de avaliação utilizada na quarta tarefa) constituíram instrumentos de orientação, na medida em que o Gustavo começava por ler o descritor referente ao último nível de um determinado tópico ou secção do relatório antes de o iniciar e elaborava-o procurando ir ao encontro do pretendido:

Nós já tínhamos tirado apontamentos. Foi comparar os nossos apontamentos com os indicadores e tentámos acrescentar as coisas que faltavam. (...) Praticamente tinha sempre as folhas [a rubrica] ao lado. (...) Eu ia, por exemplo, aos objetivos e via o que é que era preciso para ter cotação máxima e tentava explicar. (...) Olhávamos para o nível máximo, tentávamos a ver o que era necessário e tentávamos aplicar. (E2)

Eu ia lendo os critérios conforme ia realizando o relatório. Assim conseguiria estar mais concentrado num só objetivo e impedia-me de confundir algum critério. Conforme ia lendo os parâmetros ia realizando o relatório, tentando sempre enquadrar o que realizava com o nível de avaliação mais elevado do critério. (QF)

Na quarta entrevista, o Gustavo acrescentou que a utilização da grelha também facilitou a elaboração de relatórios com uma estrutura adequada:

Tanto que para termos o relatório, depois chegar ao fim e estar mais organizado seguimos assim esta ordem: objetivos, depois, princípios científicos. Tentar seguir, assim, a ordem que é para chegarmos ao fim e termos o relatório organizado. (E4)

Quando tinha dúvidas ou já não se recordava do que era necessário fazer, durante a elaboração de cada item/secção, voltava a ler o descritor (fala 1) e, no final da elaboração do relatório, também recorria à grelha para fazer a reflexão escrita (fala 2):

1. Se, por acaso, houvesse dificuldade, alguma dificuldade em fazer ou se não estivéssemos a entender muito bem. De vez em quando, quando nós realizamos alguma coisa depois chegamos a meio e já temos dúvidas e não nos recordamos bem o que é que é pedido, então, voltamos atrás e vamos ver o que é que pedia outra vez. (E2)
2. Vimos mais ou menos os parágrafos, o mais importante, comparar aí com o, com os tópicos de avaliação e pronto. (E3)

Durante a elaboração da segunda versão, o Gustavo nem sempre recorreu às grelhas. Disse ter consultado a rubrica quando realizou a segunda versão do relatório da segunda tarefa para verificar se a sua nova produção estava a ir ao encontro do esperado e alterá-la de acordo com essa análise (fala 1) mas, na quarta tarefa, as evidências (o discurso do aluno e a gravação das interações entre os elementos do grupo) sugerem que não o fez (falas 2 a 4):

1. Depois, verificar os indicadores, ver se faltava alguma coisa, mesmo na segunda versão porque, apesar de já termos feito a primeira versão e tentarmos respeitar os indicadores, penso que, na segunda versão, devíamos tentar olhar para eles outra vez para ver se faltava alguma coisa e, ou se estava a mais. (E2)
2. Gustavo – A gente não relemos sequer. Chegámos, fomos vendo os comentários e íamos, pronto, por um lado, íamos relendo, não era, porque somos obrigados depois a ver o que é que está mal e meter bem, mas reler o relatório todo não relemos. (...)
3. Inv. – E não releram, no final, o relatório todo?
4. Gustavo – Não. (...) Calculando que emendámos os erros todos, teoricamente devia estar tudo correto. (E4)

Atendendo a que se observou um progresso muito maior entre as duas versões do relatório da segunda tarefa comparativamente com o relatório da quarta tarefa, podemos sugerir que o método utilizado para a revisão do relatório da segunda tarefa, que parece ter envolvido a confrontação da produção com a rubrica, conduziu a uma maior evolução. Assim, a rubrica parece poder ter um papel importante também no processo de revisão das produções.

Do ponto de vista do Gustavo, a segunda versão da rubrica, utilizada na segunda e terceira tarefas, tinha um carácter mais formativo do que: i) a primeira versão (utilizada

na primeira tarefa) porque indicava mais especificamente o que era necessário fazer em cada uma das partes e a criação de subdivisões facilitava a elaboração do relatório (fala 1); ii) a grelha com os critérios de avaliação (utilizada na quarta tarefa) porque estava mais completa e era mais fácil a sua leitura (fala 2):

1. [Na segunda rúbrica] estava mais específico o que nós necessitávamos de fazer, tanto que cada parte do relatório estava dividida em várias partes. Então, foi mais fácil elaborar essas partes. (...) A stora dividiu em várias partes e é mais fácil nós fazermos assim e organizarmos, mesmo a organização vai ser muito mais fácil fazer. (E2)
2. Pronto, a grelha é assim, esta penso que esteja algo mais complicada de entender do que a outra [rúbrica](...). Temos de ir andar à procura dos parâmetros para ver o que é que é preciso para ter 10 (...) enquanto aqui [na rúbrica] dizia logo o que é que nós temos. Porque aqui, tanto se a gente olharmos à primeira vista para a tabela é assim um bocado confuso, enquanto a outra olha-se e percebe-se logo à primeira vez o que é que é preciso. (...) Aqui [na grelha com os critérios de avaliação] diz, pronto, porque aqui diz que basta ter coerência, enquanto que aqui [na rúbrica] diz que para ter o nível máximo [nos objetivos] é preciso defini-los de forma coerente, né? E enunciá-los de forma clara e sintética. (E4)

De facto, parece que, durante a realização do relatório da quarta tarefa, o Gustavo não teve em conta todas as indicações que constavam na grelha, tendo consultado apenas os itens que deveriam ser incluídos (nas linhas da tabela). Foi necessário o esclarecimento da colega para que se apercebesse, apenas no momento em que já estava a fazer a reflexão escrita sobre o relatório, que teria de ter em conta os critérios que lhes estão associados (nas colunas da tabela):

Beatriz – Todos os itens pretendidos... completude, achas que sim?
Achas que sim a completude?
Gustavo – Ah, o quê?
Beatriz – Isto aqui, abordagem de todos os itens pertinentes, desenvolver cada um dos itens, argumentação das afirmações e decisões.
Gustavo – Ah? Mas isso não é introdução.
Beatriz – Faz parte da introdução.
Gustavo – A introdução é avaliada destes dois [itens].
Beatriz – Sim, e esses dois [itens] são avaliados com isto [os critérios].
(T4_A3)

No âmbito da discussão sobre o esquema, ao analisar os respetivos descritores, o Gustavo assinalou que a utilização da palavra “adequado” nos descritores pode ter um

carácter pouco formativo se o aluno não souber de antemão o que é ou não adequado. Para além disso, salientou a importância de uma escrita cuidada e refletida dos mesmos, dado que a localização de um excerto de uma frase pode influenciar a valorização que lhe é dada. Na sua perspetiva, o facto de a expressão “para ilustrar o procedimento” surgir no final da frase sugere-lhe que a explicitação da função do esquema é menos relevante do que as indicações ao nível da completude (esquema identificado e incluindo legenda):

Não tá tudo explícito né, mas há coisas que a gente temos de pensar um pouco. Só que aí o nível máximo diz inclui um esquema adequado, mas como é que nós sabíamos que... ahh, pronto o que é o esquema adequado? Pronto, não sei, talvez pudesse tar um pouco mais explícito. Nós também podíamos ter pensado, não era, mas aí só diz que é um esquema adequado. Nós não sab..., não pen..., pronto, fizemos isto assim de enfiada, não sabemos como é que vai ser o esquema adequado. Também a stora, também tá-nos a fazer o trabalho todo, assim! (E3)

Depois ainda diz: devidamente identificado e legendado para ilustrar o procedimento. Parece que... o ilustrar o procedimento parece que é o que menos que interessa. Parece que é melhor estar identificado... Pronto, parece que isto é o menos importante, como o resto está em primeiro. Penso eu. (E3)

Relatórios de tarefas anteriores e relatório-exemplo

No que diz respeito à utilização dos *relatórios das tarefas anteriores*, apenas na elaboração da segunda tarefa o Gustavo afirmou ter recorrido ao relatório da primeira para desenvolver a introdução e a conclusão:

E penso que o que nós utilizámos do primeiro relatório para fazer, para este da Lei de Avogadro foi a introdução e a conclusão, se não me engano. (...) Nós tínhamos o primeiro relatório que nós já tínhamos feito e fomos ver se constava dentro dos tópicos que a stora tinha dito nos indicadores de níveis, e estava. E devido a já estar correto na anterior, estava dentro destas normas. Então, depois foi passar só... transmitir ideias diferentes sobre o novo tema. (E2)

De acordo com as palavras do aluno, confrontaram o conteúdo destas duas partes (introdução e conclusão) com os descritores e verificaram se constava tudo o que era necessário. Depois, pegaram nesse exemplo e tentaram transpor para o tema relativo à segunda tarefa. As gravações áudio não capturaram a utilização deste instrumento. O

facto de os alunos terem dividido tarefas, o que reduziu as interações entre eles, poderá justificá-lo.

A elaboração dos relatórios anteriores contribuiu, do ponto de vista do Gustavo, para que tivesse adquirido uma maior experiência, um maior conhecimento sobre o que fazer e permitiu evitar que voltassem a ser cometidos os mesmos tipos de erros:

Nós já tínhamos feito a primeira versão, a primeira vez, o relatório porque eu vou ser sincero, eu nunca tinha feito relatórios destes, então, agora, vou-me habituando (...). Uma pessoa vai melhorando aos poucos e poucos. Ainda há pouco disse à stora, já não me recordo o quê, mas errei e disse à stora que aprendi com o erro e para a próxima vou tentar não realizar esse erro. (E2)

No que diz respeito ao *relatório-exemplo*, o Gustavo referiu, durante a terceira entrevista, que o grupo o utilizou como modelo para a elaboração do relatório da terceira tarefa (fala 1) e, em particular, para ultrapassar dificuldades na elaboração do esquema (fala 4):

1. Vimos o que é que tinha nos critérios de avaliação e o que é que tinha no outro relatório que a stora tinha dado. Fomos vendo e fomos comparando com o que é que era preciso neste.
(...)
2. Gustavo –Depois, há o esquema que é sempre um bocadinho (...)
3. Inv. – O que é que vocês fazem para ultrapassar essas dificuldades que falaste? Ou o que é que fizeram?
4. Gustavo – Verificámos no outro relatório que a stora tinha dado e falámos...
(E3)

De facto, o grupo só levou o relatório-exemplo para o segundo encontro destinado à realização do relatório e apenas existe evidência de ter sido consultado para a elaboração da última secção, as conclusões & reflexão. Para além disso, o recurso a este instrumento parece ter sido restrito, na medida em que apenas leram as primeiras linhas desta secção. O Gustavo sugeriu que reproduzissem a organização utilizada, adaptando o conteúdo ao tema da nova tarefa, no entanto, da análise das interações subsequentes, não emergiu o contributo da utilização deste instrumento:

Gustavo – (olhando para a compilação dos relatórios) Olha aqui, tá aqui a conclusão, tá aqui uma boa conclusão só que não é do nosso trabalho.
Agora temos de gerir.
Miguel – Eu sei, eu sei.

Gustavo – Olha, vá, vamos lá ver como é que a stora organizou aqui nesta. No primeiro parágrafo tá: com a experiência realizada concluímos que a hipótese de Avogadro está correta visto que... (T3_S2)

Na elaboração do relatório da quarta tarefa, não existem evidências da utilização, quer do relatório-exemplo, quer dos relatórios de tarefas anteriores. No entanto, no questionário final, o Gustavo assinalou o relatório-exemplo como o segundo instrumento/estratégia mais relevante para a compreensão dos critérios de avaliação e referiu que foi importante por constituir um exemplo de aplicação dos critérios de avaliação de elevada qualidade e porque o ajudou a compreender alguns parâmetros:

Foi uma grande ajuda demonstrar os critérios através de um relatório “perfeito”, ou seja, o melhor relatório que poderia ser realizado. Isto ajudou-nos na compreensão de alguns parâmetros. (QF)

Assim sendo, o facto de a maioria das evidências acerca do contributo destes instrumentos (relatórios de tarefas anteriores e relatório-exemplo) para a apropriação dos critérios de avaliação surgirem no discurso do aluno (nas entrevistas e no questionário final) sugere que essa apropriação não foi verbalizada no momento em que ocorreu, mas refletiu-se nos relatórios subsequentes.

Interações com os pares

Na entrevista que sucedeu à realização da segunda tarefa, o Gustavo referiu que o desenvolvimento do trabalho com o colega constituiu uma mais-valia porque este o ajudou a adquirir os pré-requisitos para o desenvolvimento desta tarefa e a elaborar os textos:

Eu também tenho um pouco dificuldade nessa parte, fazer tópicos em texto (...), mas o Duarte ajudou-me. (...) Tinha dificuldade na matéria porque tinha faltado, o Duarte ajudou-me. (E2)

Da observação em sala de aula emergiu a contribuição do colega na definição de massa molar (na fundamentação teórica) e no desenvolvimento de alguns cálculos (no tratamento de dados). Para além disso, a interação parece ter contribuído para a identificação do principal objetivo da tarefa. As evidências do contributo do colega na produção dos textos escritos são escassas na medida em que, quando discutiram a forma como iriam escrever, geralmente, prevaleceram as sugestões do Gustavo.

No que diz respeito à terceira tarefa, o Gustavo salientou fundamentalmente o facto de se terem ajudado uns aos outros a ultrapassar as dificuldades, nomeadamente nos cálculos, e de se complementarem através da partilha de ideias:

Tanto que eu disse que este relatório houve partes que foi mais fácil por causa do meu grupo, também. Partes que ajudou bastante. E é sempre melhor, pronto, sempre que um tem dificuldade o outro pode ajudar. (...) Quando foi os cálculos e tudo, fizemos tudo em conjunto porque pronto, três cabeças pensam sempre melhor do que uma, não é. Porque um, de vez em quando, engana-se e o outro emenda. Pronto, discutimos ideias. (...) Temos pessoas que, pronto, pensam melhor e têm outro tipo de ideias. (E3)

A observação apoia estas ideias sugerindo que a discussão entre os elementos do grupo contribuiu para: i) a identificação de conceitos relevantes a abordar na fundamentação teórica (para além daqueles que podem ser identificados através da observação das expressões matemáticas utilizadas), ii) o desenvolvimento dos cálculos (na previsão de resultados), e; iii) a identificação de fontes de erro.

Quanto à quarta tarefa, o Gustavo realçou o facto de uma das colegas de grupo a ter preparado cuidadosamente, conduzindo a uma melhor orientação do trabalho a desenvolver (fala 1) e ao contributo das colegas na organização e no rigor científico do relatório (fala 2):

1. A atividade já estava praticamente feita antes de a gente a termos feito. (...) Já sabíamos o que é que havíamos de fazer mesmo, enquanto que os outros relatórios há sempre alguma dúvida, há sempre alguma coisa. Este foi rara a coisa que nos dificultou o trabalho.
(...)
2. Eu, por acaso, tenho capacidade no Português e tento escrever de uma melhor maneira. A Luísa tem aquele muito trabalho com a linguagem científica e a Beatriz tem aquelas coisas quanto à organização. (...) Nunca ia organizar tão bem o relatório nem a linguagem científica iria ser tão boa. (E4)

A observação em sala de aula sugere que as interações com as colegas (principalmente a Luísa) foram importantes para o desenvolvimento da previsão de resultados, nomeadamente na dedução da expressão da determinação do alcance e na realização de alguns cálculos, na organização da tabela destinada ao registo de resultados, no desenvolvimento das conclusões e na identificação das fontes de erro. Para além disso, existem evidências do contributo das colegas na melhoria do rigor,

quer ao nível da utilização da terminologia científica (falas 1 e 2), quer da língua portuguesa (falas 3 a 8):

1. Gustavo – Mete acelerado e depois metes entre parêntesis a explicar: pois o sentido positivo é o sentido do deslocamento.
2. Luísa – Não, pois o sentido da velocidade é o mesmo que o da aceleração. (T4_A2)
3. Beatriz - ...pois a piscina está dividida ao meio e a outra metade será utilizada somente...
4. Gustavo – Somente outra vez, ya.
5. Beatriz – ...para banhos e também, pois...
6. Luísa – Exclusivamente.
7. Beatriz – Não, eu se calhar, e também, pois, em princípio, a vírgula se calhar devia ser aqui.
8. Gustavo – Ya. (T4_A3)

De um modo geral, a discussão entre pares parece ter contribuído para a aplicação de alguns critérios de avaliação, fundamentalmente na introdução, previsão de resultados, tratamento de dados e conclusões & reflexão. Mas, o aluno considerou que este recurso foi o que menos contribuiu para a compreensão dos critérios de avaliação.

Feedback

Feedback escrito. Do ponto de vista do Gustavo, o papel do feedback escrito é apontar todas as lacunas da primeira versão de tal forma que, caso consigam ir ao encontro de todos os comentários, terão uma nova versão perfeita: “As notas que vai fazendo ao longo do relatório, se nós melhorássemos isso tínhamos a cotação máxima em tudo. Que é as coisas que nos faltam (E3).”

Na primeira entrevista, o Gustavo referiu que o feedback escrito permitiu compreender melhor a completude e desenvolvimento pretendidos em cada uma das secções do relatório (fala 1) e, na segunda entrevista, acrescentou que este constituiu uma mais-valia porque incidiu em determinados aspetos específicos que não estavam explicitados nos descritores da rubrica (fala 4) e assinalou erros (fala 2):

1. Da primeira para a 2ª versão fui mudando porque na primeira versão pensava que sabia o necessário para fazer uma parte vá, enquanto que na 2ª versão já vi, com os comentários da professora e tudo, vi que teria de indicar mais do que uma coisa em cada patamar sobre o que está ali indicado [nos descritores]. (E1)

2. Gustavo – Nós fomos tentar substituir o que a stora queria e o que estava mal. (...) Se a stora tivesse feito menos comentários nós iríamos mudar menos coisas. Então, não ficaria tão bom.
3. Inv. – Então, mas não têm aqui os vossos indicadores?
4. Gustavo – Temos, só que há coisas que os indicadores também não servem para tudo. (...) Há pormenores desses que não estão aqui explícitos. Também não se pode escrever tudo senão qualquer dia a stora faz-nos o relatório. (E2)

Por vezes, os comentários parecem ter despoletado a análise da parte do relatório a que o comentário se referia, verificando-se que o aluno efetivamente fez uma confrontação entre a produção e o esperado, identificando o que estava incorreto e alterando a sua produção em conformidade. Esta situação é ilustrada no discurso do aluno, durante o processo de revisão do relatório da quarta tarefa, relativamente a um comentário que questionava se a montagem experimental servia para reproduzir o escorrega ou estudar as variáveis que afetam o alcance:

É que a gente aqui parece que queremos dizer que temos de ter cuidado a fazer a montagem na experiência por causa das regras, só que não tem nada a ver porque as regras depois, tipo, a gente, a experiência é para vermos como é que afeta o alcance que é para, depois, fazermos contas e, através das regras, fazemos um escorrega nosso. Eu acho que tirava-se, não se metia nada. (T4_S1)

Noutras situações, essa reflexão não é evidente, emergindo a questão: será que as alterações entre a primeira e segunda versões resultam de uma confrontação entre o produzido e o esperado ou procuram apenas ir ao encontro do comentário?

A maioria dos comentários escritos que incidiu na *organização* fomentou as alterações desejadas e alguns deles foram tidos em conta em relatórios subsequentes. Por exemplo, na secção dos resultados da segunda versão do relatório da primeira tarefa as unidades deixaram de estar repetidas no título das linhas/colunas das tabelas e células seguintes e foi incluído um título para a tabela. Para além disso, tanto na segunda versão dos relatórios da primeira, como da quarta tarefa, foram incluídos subtítulos ao longo desta secção. No que diz respeito à segunda tarefa, algumas conclusões que estavam na secção dos resultados foram transferidas para a devida secção na segunda versão do relatório. No relatório da quarta tarefa, verificou-se que não houve repetição de unidades nas tabelas, foi incluído um título para a mesma e alguns subtítulos ao longo da secção dos resultados. Tal sugere que o feedback escrito, fornecido na primeira tarefa, teve um contributo transversal (ainda que a inclusão de subtítulos não tivesse

sido sempre um aspeto totalmente conseguido, quer em termos de quantidade, quer em termos de coerência/rigor). Também o Gustavo salientou que a escrita avaliativa em relatórios anteriores foi tida em conta nos subsequentes: “Acho que nós, uma vez, tínhamos metido os resultados na conclusão ou o que é que foi e agora metemos os resultados todos certinhos” (E3). O único comentário associado à organização que não conduziu a uma melhoria na segunda versão (a solicitação, na segunda tarefa, do registo apenas das medições diretas) parece dever-se ao facto de contrariar os padrões autoimpostos do Gustavo: do seu ponto de vista o registo deveria incluir os dados e os resultados.

No que diz respeito aos comentários que incidiram na *completude*, isto é, que sugeriram a inclusão de temas/ítems que estavam ausentes na primeira versão, verificou-se que a segunda versão passou a incluir o solicitado nos casos em que foi indicado o caminho a seguir. Tais situações emergiram no relatório da segunda tarefa quando se sugeriu que: i) escrevessem objetivos associados à segunda e terceira questão do guião, ii) completassem a descrição da planificação, salientando-se os aspetos em falta (Figura 7.5), iii) completassem o procedimento, fornecendo-se exemplos de como fazer a descrição dos passos realizados na simulação e, iv) indicassem as aprendizagens realizadas. Porém, quando a escrita avaliativa incidiu em ítems que o Gustavo não sabia como fazer, tais como: i) o esquema ilustrativo (no relatório da segunda tarefa), e ii) a indicação das fontes de erro e sugestão de formas de os minimizar (no relatório da primeira tarefa), não ocorreu qualquer modificação na segunda versão. Também ocorreram situações em que o Gustavo parece não ter compreendido a extensão do pretendido e outras em que o que se solicitava opunha-se aos seus padrões autoimpostos. Nestes casos, as reformulações não foram ao encontro do esperado. A primeira situação ocorreu na planificação do relatório da primeira tarefa, quando solicitei que explicasse o que faria para dar uma resposta aos problemas. O Gustavo acrescentou, na segunda versão: “seguidamente só será necessário realizar os cálculos e obteremos a massa volúmica de cada uma das areias”. Na entrevista, referiu que não se lembrou de ser mais específico. Outra situação ocorreu na segunda tarefa, quando solicitei a indicação da forma como os erros afetaram os resultados. Durante a entrevista, verificou-se que o aluno não tinha compreendido o grau de profundidade pretendido.

No que diz respeito ao comentário que solicitava a explicitação dos resultados para justificar as conclusões (no relatório da segunda tarefa), o aluno, na segunda

versão, acrescentou apenas a referência às alíneas que poderiam ser consultadas na secção dos resultados (“perguntas 2.1. e 2.2.”). Tal procedimento parece justificar-se com o padrão autoimposto que emergiu: não haver a necessidade de voltar a indicar os resultados obtidos para justificar as conclusões retiradas porque são apresentados noutra secção do relatório, e portanto, as conclusões retiradas são óbvias. Assim sendo, os comentários que apelaram à utilização de competências mais complexas, como o pensamento crítico, e que o aluno não sabia como dar resposta ao solicitado tiveram pouco sucesso, assim como aqueles que contrariavam os seus padrões autoimpostos.

Relativamente ao contributo transversal, o Gustavo, na segunda entrevista, salientou que passou a incluir, na fundamentação teórica dos relatórios, a definição das grandezas essenciais em virtude do comentário feito no relatório da primeira tarefa:

Eu penso que a stora tanto no primeiro como no segundo [versões do relatório da primeira tarefa] disse, acho que disse que não estava bem explícita o que era a massa volúmica e nós tentámos [no relatório da segunda tarefa] focar esse aspeto [as definições das grandezas], só que depois faltavam outros pormenores. (E2)

No que diz respeito ao *desenvolvimento*, a maioria dos comentários fomentou explicitações que conferiram maior qualidade às segundas versões, tal como é ilustrado no Quadro 7.2.

Quadro 7.2.

Apresentação de dados empíricos que ilustram o carácter formativo do feedback escrito que promoveu o desenvolvimento da segunda versão

Primeira versão do relatório	Comentário	Segunda versão do relatório
Após saber o nº de moles, calculámos a massa molar... (R2_V1)	Como conseguiste determinar a quantidade de substância (n)?	Para isso, necessitámos de saber a massa molar, e a massa de cada gás (através da simulação) a uma dada pressão, para calcularmos a quantidade de substância existente no recipiente ($m=n \times M$) (R2_V2)
Em seguida através dos resultados obtidos das contas anteriores fomos calcular o volume molar. (R2_V1)	Como fizeram o cálculo?	Para tal teremos de saber quantas moles existem no recipiente, que será para calcularmos a volume molar. Sabendo isso, faremos uma regra três simples pois 0,5 dm ³ está para o número de moles encontrado e 1 mol está para o resultado que iremos achar. E assim obtemos o volume molar (R2_V2)

No que diz respeito ao *rigor*, dos dezasseis comentários escritos nas várias secções das primeiras versões dos relatórios das quatro tarefas, nove estão associados à melhoria esperada, quatro a uma melhoria que não foi totalmente ao encontro do pretendido e três não fomentaram qualquer melhoria. Assim, a maioria deles parece ter favorecido a utilização de um discurso científico mais rigoroso.

Atendendo a que cada tarefa incidiu num tema diferente, não foi fácil identificar situações em que os comentários pudessem ter sido aplicados de uma forma transversal, isto é, produzir efeitos também nos relatórios das tarefas subsequentes. No entanto, verificou-se que, a partir da segunda versão do relatório da primeira tarefa, o Gustavo deixou de utilizar expressões do tipo “quantidade de massa” (eliminando a palavra quantidade antes da indicação da grandeza), passou a indicar diretamente a grandeza medida (por exemplo, medir a massa, em vez de falar no resultado indicado no visor da balança) e passou a indicar as grandezas medidas/determinadas, em vez da unidade de medida.

Apesar de o contributo de alguns comentários parecer ter sido transversal, por vezes, também se verificou o oposto, isto é, a *utilização restrita* (apenas no local onde foram feitos). Por exemplo, no relatório da segunda tarefa, a expressão “número de moles” foi, várias vezes, corrigida (foi assinalado o erro e escrito, por cima, quantidade de substância). Porém, ela não foi totalmente erradicada da segunda versão, talvez por ser uma expressão que emerge frequentemente no discurso oral, quer dos alunos, quer dos professores.

Feedback oral. Ao longo das várias entrevistas, o Gustavo referiu que o feedback oral facilitou o desenvolvimento da tarefa e do respetivo relatório: “Com a ajuda da stora descobrimos que era, não se podia ter as massas iguais (E3)”; “Com a ajuda que a stora deu (...) penso que tenha sido mais fácil [a realização do relatório] (E1)”. No questionário final, selecionou o feedback como a estratégia/instrumento mais relevante para a compreensão dos critérios de avaliação, nomeadamente de parâmetros que ele pensava ter entendido mas que, depois, compreendeu que tinha atribuído um significado diferente do que se pretendia:

A professora ajudou muito na compreensão dos critérios de avaliação. Não só na compreensão de alguns, como com alguns vocábulos e no esclarecimento de algumas dúvidas que iam surgindo pois pensava-se que o critério pedia para realizar algo, e afinal era completamente diferente do que se imaginava. (QF)

Ao nível da *compreensão*, as evidências sugerem que o feedback oral contribuiu para o esclarecimento de dúvidas colocadas pelo aluno acerca do que é pretendido: i) na fundamentação teórica, tendo sido explicado o significado de princípios científicos (no entanto, a conceção criada pelo aluno parece ser menos abrangente do que a que se pretendia); ii) no procedimento, com a indicação do que devia ou não ser incluído, e; iii) relativamente à organização global. No que diz respeito à *aplicação*, o feedback oral parece ter tido um contributo importante no desenvolvimento do raciocínio que conduziu à realização dos cálculos (principalmente na segunda e terceira tarefas) e, inclusivamente, na correção de erros de cálculo analítico (na terceira tarefa), na utilização de uma linguagem (incluindo a simbólica) correta e, no caso da quarta tarefa, na organização da tabela de registo de dados. No entanto, parece ter sido pouco eficaz (em complementaridade com as outras estratégias/instrumentos) na definição de objetivos sintéticos, na explicitação dos resultados para justificar as conclusões retiradas e na explicação do modo como as fontes de erro identificadas afetam os resultados.

Durante as entrevistas, o feedback oral parece ter fomentado a confrontação da produção com o esperado, ajudando o aluno a constatar o que deveria acrescentar ou modificar para ir ao encontro dos comentários escritos e, em algumas situações, a melhorar (oralmente) a sua produção.

No que diz respeito ao *contributo transversal*, isto é, aspetos discutidos que parecem ter sido considerados em relatórios de tarefas subsequentes, as evidências sugerem que o feedback oral:

- i) reforçando os comentários escritos realizados no relatório da primeira tarefa, levou à indicação das grandezas medidas na planificação e procedimento (em vez da indicação do aparelho de medida e/ou da unidade);
- ii) favoreceu a realização de um esquema adequado (apesar deste assunto ter sido discutido mais do que uma vez e de, provavelmente, ter contribuído também a análise do relatório-exemplo);
- iii) facilitou a compreensão do que se pretendia relativamente à indicação das fontes de erro e das sugestões para os minimizar;
- iv) favoreceu a organização da secção dos resultados com a separação entre o registo e o tratamento de dados;
- v) conduziu a uma organização dos resultados e conclusões (que deixou de incluir o número das questões do guião);

- vi) promoveu, até certo ponto, a valorização da apresentação de estratégias alternativas.

Autoavaliação

As reflexões sobre os relatórios

Como veremos mais à frente, embora, por vezes, o Gustavo tenha reformulado as suas produções na sequência da análise de aspetos específicos, *durante o desenvolvimento dos relatórios*, algumas das reflexões que fez foram vagas, isto é, não identificaram concretamente as razões pelas quais considerava que determinadas partes/itens estavam menos conseguidos:

Gustavo – Eu acho que isso olha, para já, o procedimento tá bué fraco, a introdução tá bué fraca.

Duarte – Ó Gustavo, então e a planificação?

Gustavo – Tá tudo bué fraco. Tá tudo muito fraquinho. (T2_S2)

Luísa – Mostrem lá as vossas tabelas.

Gustavo – Eu meti assim. Eu acho que não está muito bem. (T4_A1)

Este tipo de análise, muito limitado, não ocorreu apenas nas primeiras tarefas, sugerindo que a competência de autoavaliação não foi suficientemente desenvolvida. Por vezes, apontou erros/aspetos menos conseguidos mas, ao não identificar imediatamente o que deveria fazer, decidiu utilizar outros recursos, como pedir auxílio:

Gustavo – Tá aqui alguma coisa mal... Este vezes este a dividir por este.

Duarte – Não, é este vezes este a dividir por este.

Gustavo – Isto não me está a acontecer. Ó stora, stora. (T2_A2)

No final da elaboração dos relatórios, os alunos fizeram reflexões escritas em relação aos mesmos. No entanto, nas tarefas em que concluíram os relatórios na sala de aula, não existem evidências de que o Gustavo os tenha relido. Aliás, ele confirmou, durante a entrevista que sucedeu a quarta tarefa, que não o fez: “Não, eu acho que este relatório a gente nem chegámos a ler o relatório, a reler” (E4). Também, no relatório da terceira tarefa, concluído extra-aula, a leitura feita pelo Gustavo, antes de o entregar, não parece ter sido muito pormenorizada: “Pronto, fomos dar assim uma revisão. Não é preciso ler os pormenores todos” (E3). Tal sugere que fornecer mais tempo poderá não ser suficiente para se fomentar a realização de reflexões mais cuidadas.

Mas, apesar de o processo de análise utilizado pelo aluno, no final da elaboração dos relatórios, não ter sido o ideal, parecem existir evidências de alguma evolução relativamente às reflexões realizadas. A apropriação dos critérios de avaliação parece ter promovido (após a primeira tarefa) o desenvolvimento de análises, por vezes, menos vagas e que, geralmente, não se restringiram à verificação da inclusão dos itens necessários (completude), mas que analisavam também o como: o desenvolvimento desses itens, o rigor da linguagem e dos cálculos, a organização e a coerência.

Em ambas as versões do relatório da primeira tarefa, o Gustavo focou apenas o critério completude. Indicou, relativamente à introdução, aos resultados e à reflexão, que “todos os itens de avaliação foram cumpridos” e, em relação às outras partes do relatório, identificou fundamentalmente os itens em falta:

Estratégias – 3 → porque apresento poucas estratégias

Procedimento – 3 → porque não apresento um esquema (R1_V1)

Relativamente à reflexão sobre os relatórios da segunda tarefa, infere-se, não só o critério completude, como também o desenvolvimento, o rigor e a coerência. Para além disso, na reflexão escrita sobre a primeira versão, tanto o desenvolvimento (falas 1, 2 e 3), como o rigor (falas 3 e 5) emergem mais vezes do que a completude (falas 3 e 4):

1. Não definimos bem os objectivos (R2_V1). Tá aqui só a dizer que é a Lei do Avogadro, não está bem explicado. (Gustavo, T2_A3)
2. A estratégia não está bem explicada de uma forma detalhada. (Gustavo, T2_A3)
3. O esquema não está muito completo mas está correcto. (R2_V1)
4. Estão todos os resultados registados. (R2_V1)
5. As fontes de erro é que não está muito bem explícito (...) Eu acho que de resto tá fixe. (Gustavo, T2_A3)

Ao contrário do que se verificou nas reflexões escrita sobre ambas as versões do relatório da primeira tarefa, os alunos não focaram apenas o que estava e não estava contemplado no relatório. Por exemplo, na reflexão que fizeram sobre o esquema emergiram as razões que os levaram a considerar que estava coerente com o procedimento, mas com falhas no seu desenvolvimento: “o esquema não tem legenda apesar de ilustrar o procedimento (R2_V2)”. Da reflexão sobre a primeira versão do relatório da quarta tarefa, para além da completude (falas 1, 2 e 5), também emergiram outros critérios, designadamente o rigor (falas 1 e 4) e a organização (fala 3):

1. O nosso maior ponto fraco nesta área foi a previsão dos resultados pois não coincidiram com os obtidos na experiência. [Ponto forte:] Tínhamos várias estratégias para a realização da actividade (R4_V1).
2. O nosso procedimento tem a descrição dos passos e o esquema ilustrativo bem elaborados (R4_V1).
3. Pontos fortes é: registámos os dados bem organizados. (T4_A3)
4. Ponto forte: não devemos ter erros nas contas. (T4_A3)
5. Conclusão: indicação das conclusões, comparação dos resultados com as previsões. Cooperámos com todos os pontos de... Cooperamos com todos os pontos de avaliação. (T4_A3)

No que diz respeito à profundidade das reflexões escritas, a evolução parece ter sido ténue já que a argumentação relativamente aos critérios assinalados como pontos fortes ou fracos, geralmente, foi diminuta.

A partir da análise dos anexos 22 a 26, que focam a existência ou não de concordância entre a reflexão do Gustavo (e seus colegas, se aplicável) e a produção relativamente aos critérios por ele assinalados, verificamos que a percentagem de itens que foram avaliados em conformidade com a produção do aluno foi: 50% em ambas as versões do relatório da primeira tarefa (3 em 6), 50% na primeira versão (4 em 8) e 86% na segunda versão do relatório da segunda tarefa (6 em 7), e 63% na primeira versão do relatório da quarta tarefa (5 em 8). Assim, parece que, ao longo do tempo, as reflexões passaram a ilustrar melhor as produções do aluno, podendo-se sugerir que a apropriação dos critérios de avaliação contribuiu para a realização de apreciações mais fidedignas.

Nas reflexões sobre ambas as versões do relatório da primeira tarefa, o Gustavo indicou que a introdução cumpria o critério completude, o que não correspondia à realidade. Porém, nos relatórios seguintes, quando apontou a completude como ponto forte da introdução (na segunda versão do relatório da segunda tarefa) verificou-se que, efetivamente, os assuntos mais relevantes tinham sido abordados. Tal sugere que a apropriação dos critérios de avaliação contribuiu para que o aluno tivesse mais consciência das situações em que abordou todos os assuntos relevantes, nesta parte do relatório.

O facto de as evidências sugerirem que, ao longo do tempo, o Gustavo se foi apropriando dos critérios relativos ao esquema ilustrativo parece justificar que a apreciação realizada sobre este item no relatório da quarta tarefa tenha sido adequada mas, nas duas versões do relatório da segunda tarefa, não. Os aspetos assinalados como positivos (correção e coerência com o procedimento) não espelhavam a produção e o

ponto fraco indicado (incompletude) era pouco relevante face à inadequabilidade do esquema apresentado.

Mas, se as evidências de apropriação de alguns critérios de avaliação parecem sustentar a realização de apreciações mais fidedignas ao longo do tempo, as evidências de não apropriação de outros critérios parecem apoiar a perpetuidade de reflexões inadequadas. O facto de a tensão entre os padrões autoimpostos e o espectável face à síntese dos objetivos parecer não ter sido resolvida pode justificar as apreciações inadequadas relativamente a este item, ao longo do tempo. O aluno ao dizer que: i) “Tá aqui só a dizer que é a Lei do Avogadro, não está bem explicado” (T2_A3) sugere que seria necessário definir esta lei; e que ii) “temos um objetivo bem definido”, quando este contemplava também fundamentação teórica, no relatório da quarta tarefa, indicia uma aprendizagem pouco consistente.

Relativamente à secção da conclusão & reflexão, no relatório da quarta tarefa, a completude foi apontada como um ponto forte. No entanto, mais uma vez, a explicação dos efeitos das fontes de erro não estava contemplada na produção. Mais, este item nunca foi assinalado como um ponto fraco, apesar não ter sido incluído nos relatórios das quatro tarefas. Assim, o facto de as evidências sugerirem que este item não foi devidamente compreendido e valorizado parece sustentar a perpetuidade de apreciações inadequadas relativamente a ele.

A confrontação entre o esperado e a produção parece ter sido potencializada nas *entrevistas* realizadas. Em algumas situações, as reflexões feitas durante as mesmas contrariaram o que tinha sido indicado por escrito. Por exemplo, na segunda versão do relatório da primeira tarefa, o aluno escreveu que tinham sido cumpridos todos os itens de avaliação na secção da reflexão. Porém, durante a entrevista, ao reanalisar a sua produção, identificou itens que não estavam contemplados nessa secção: “Os pontos não estão bem atribuídos porque não apresento as limitações que fiz e não apresento o que poderia fazer para as eliminar” (E1).

Por vezes, a análise realizada não estava de acordo com a produção mas, depois de procurar esclarecer o que se pretendia, o Gustavo acabou por conseguir explicar as razões pelas quais a sua produção não ia ao encontro do esperado. Durante a terceira entrevista, o Gustavo, inicialmente, considerava que o esquema apresentado tinha as características de um bom esquema mas, depois de ter sido discutido o que se pretendia, salientou a sua principal lacuna: a ilustração dos objetos, em vez do procedimento (fala 3). Um outro momento que ilustra a realização de uma apreciação mais adequada após

ter sido fornecido feedback ocorreu durante quarta entrevista. O Gustavo, inicialmente, classificou o objetivo como sintético mas, depois de se ter esclarecido o significado de sintético, identificou os aspetos que estavam incluídos na definição dos objetivos que invalidavam a possibilidade de o ser (fala 6):

1. Inv. – Então, para ser um esquema bom o que é que tem de ter, que características é que tem de ter?
2. Gustavo - Penso que tenha de ter legenda, né? Para a pessoa entender bem as figuras, o que é que é. E pronto uma imagem assim do geral, quando já tá quase tudo feito como tá aqui. E pronto, acho que é só. (...) (Feedback)
3. Gustavo – O esquema não está muito bom. Está só com os objetos. Exato. (...) Não é muito adequado. Tem só os objetos, para isso dizíamos no material, não era preciso desenhar. (E3)
4. Gustavo - E está... é de forma sintética porque, pronto, penso que não está muito elaborado e entende-se o que é que se devia fazer. O máximo que alguém podia não entender era o que era o alcance e a gente dissemos que aqui. Pronto, tentamos explicar aqui algo por causa do x. (...) (Feedback)
5. Inv. – Está sintético? Está direto ao assunto este objetivo?
6. Gustavo – Pois não, não está. A gente estamos a explicar o que é que vamos fazer, exato. Não está só o objetivo. (E4)

Assim, a compreensão do que era esperado, favorecida pelo feedback fornecido, parece ter conduzido, em várias circunstâncias, à realização de apreciações mais fidedignas e à identificação de erros/lacunas que não tinham sido considerados. Estes momentos parecem ter, efetivamente, fomentado a realização de reflexões mais cuidadas e completas. Relativamente à segunda versão do relatório da segunda tarefa, o Gustavo referiu que deveria comparar de forma mais explícita a diferença entre os resultados obtidos e as previsões (fala 1) e, quanto à segunda versão do relatório da quarta tarefa, constatou que não compararam as vantagens de uns métodos em relação aos outros (fala 2) e os resultados não foram devidamente explicitados para justificar as conclusões retiradas (falas 3 a 7):

1. Só que depois não comparo os resultados com o que eu previ. Refiro aqui que o volume molar em condições é sempre 22,4. Comparo algo, mas penso que não comparo muito claramente. (...) Não expliquei a diferença (...) Disse somente que era semelhante. (...) Neste caso nem dá, acho eu, quer dizer, é capaz de dar só que eu agora não tou a ver...comparar esses dois resultados de maneira diferente. (E2)

2. Não apresentamos as vantagens das células fotoelétricas e digitímetro em comparação ao sensor de luminosidade e CBL. (E4)
3. Gustavo – Referimos os resultados e não houve interligação, vá, muito.
4. Inv. – Querias que houvesse interligação entre os resultados...
5. Gustavo – e as conclusões.
(...)
6. Inv. – Achas que não explicam muito como é que os resultados ajudam a comprovar as vossas conclusões, é isso que faltou?
7. Gustavo – Exatamente. (E4)

As reflexões que culminaram na reformulação do relatório

Ao longo da elaboração dos relatórios poucas foram as situações em que emergiram implícita e/ou explicitamente todas as fases do processo de autoavaliação: a) análise do que foi feito; b) identificação da diferença entre a produção e o que era esperado face aos critérios de avaliação; c) identificação do que deve ser feito, e; d) revisão da produção. Duas dessas situações ocorreram durante a elaboração do relatório da segunda tarefa, designadamente no registo de dados (fala 1) e na escrita do comentário sobre a forma como se constrói o conhecimento científico. O Gustavo, à medida que ia ditando a resposta, ia propondo alterações para melhorar fundamentalmente o rigor, selecionando palavras que conferissem uma maior coerência com o texto que constava no guião da tarefa (falas 2, 4, 9 e 11):

1. Gustavo – Isto é o peso do balão. Peso do balão igual a 96 ponto 753
(...) Espera aí, isto é, qual peso... isto é massa, qual peso. (T2_A1)
(...)
2. Gustavo – Também não foi aceite, pois este químico trabalhava sozinho e falava pouco com outros cientistas.
3. Duarte – Falava, hum, comunicava.
4. Gustavo – Correspondia-se, correspondia-se pouco com outros cientistas.
5. Duarte – Com a sociedade científica.
6. Gustavo – Ya, vírgula, publicando poucos estudos, muito pouco, muito poucos estudos.
(...)
7. Gustavo – (Recomeça a ditar) Já agora, não ...
8. Duarte – Já agora? (risos)
9. Gustavo – (risos) Ah, calma. (...) Seguidamente, não, seguidamente, não. Passado algum tempo.
10. Duarte – Passados três anos.
11. Gustavo – Não, passado algum tempo. (T2_A3)

Este tipo de análise e consequente revisão verificou-se, ainda, durante a elaboração do relatório da quarta tarefa quando leu a proposta de conclusão elaborada pela colega de grupo:

Luísa – O que é que achaste?

Gustavo - Tá bom, só aqui ao início é que dizes assim: as forças que vão atuar no corpo são a reação normal, o peso e a força eficaz do peso. Acho que fica melhor meteres o peso, tipo a reação normal e o peso, entre parêntesis somente a força eficaz do peso, o p de x, porque assim parece que tá a aplicar o peso e ainda tá a aplicar outra. (T4_A2)

Os cálculos também foram alvo de análise e de correção por parte do Gustavo, tanto aqueles que foram elaborados pelo próprio (fala 1), na quarta tarefa, como pelo colega, na segunda tarefa (falas 3 e 5):

1. Gustavo – (...) Depois mete-me tanta confusão a fazer as contas, enganei-me uma vez, enganei-me duas vezes, enganei-me três vezes. Porque depois, tipo, primeiro fiz as contas todas só que dava-me números um bocado grandes. Então, mas o que é que se passa aqui? Isto é impossível dar um escorrega com 100 metros. Fui ver, não sei quê, tinha-me esquecido de meter, na energia cinética, a velocidade ao quadrado. Depois, fui ver, depois como mudei, não apaguei tudo, tinha-me esquecido de dividir a velocidade ao quadrado por dois. Depois, enganei-me outra vez. Enganei-me uma data de vezes. (T4_A3)
2. Duarte – (fez a determinação do volume molar do Árgon) 0,0118375.
3. Gustavo – Mas estás-te a passar ou quê? Eu vi logo que isto tava a dar alguma coisa mal. Não é vezes, Duarte. Aquilo é um vezes, Duarte? Então, Duarte, é a dividir, Duarte!
4. Duarte – Dividir?
5. Gustavo – Ya, regra de três simples multiplica-se alguma vez? Sim, multiplica-se, só que é este vezes este a dividir por este. (T2_A2)

Ao contrário do que se verificou nos relatórios concluídos na aula, em que não se observou qualquer reformulação na sequência da sua releitura final (tendo em conta que esta não ocorreu), nos relatórios terminados extra-aula, parecem ter sido corrigidos alguns erros/lacunas, fundamentalmente erros ortográficos (falas 2 e 4) e, no caso da primeira tarefa, um erro de cálculo (fala 2):

1. Inv. – Essa leitura, segunda leitura fez melhorar alguma coisa?
2. Gustavo – Fez, especialmente os erros ortográficos, mas... e fez aqui, já não me recordo, mas aqui uma conta estava mal feita e eu quando fui reler vi que o resultado estava mal e mudei. (E1)

3. Inv. – No final, quando leram, foram mudar algumas partes?
4. Gustavo – Sim, acho que mudamos aqui qualquer coisa na introdução. Havia aqui uns erros. (E3)

Contudo, nem sempre as lacunas identificadas, culminaram num processo de revisão, aparentemente por falta de tempo:

Gustavo – Tinha ideia que faltava, acho que era isso mesmo das aprendizagens. Não temos aqui mesmo nada. Quer dizer, pronto, vai dizendo ao longo do relatório, né? E... mas aqui, na conclusão, não temos nada explícito com o que nós aprendemos. (...) Tanto que houve coisas que a gente, como eu lhe disse, aqui da conclusão, que reparei que não tinha só que depois, pronto, como foi em cima [no dia em que iam entregar o relatório] deixámos passar. (E3)

Assim sendo, o facto de se possibilitar a realização/conclusão dos relatórios extra-aula parece não garantir que as lacunas identificadas sejam colmatadas. A gestão do tempo feita pelos alunos acabou por condicionar o processo de revisão.

À semelhança do que se verificou relativamente ao papel das entrevistas na reflexão sobre a produção, também o processo de revisão (oral) das produções parece ser favorecido pelas interações estabelecidas entre a professora-investigadora e o Gustavo nestes momentos. No que diz respeito ao relatório da primeira tarefa, o Gustavo explicou como poderia melhorar o desenvolvimento da descrição da estratégia adotada, referindo o modo como iria utilizar os resultados para retirar conclusões (fala 1) e, verificando que estava ausente a identificação de fontes de erro, propôs algumas (fala 2):

1. Deveria ter dito que teria de calcular a massa volúmica para ver se seria equivalente à massa volúmica do quartzo para tentar... se fosse igual teriam, seriam constituídas 100% por quartzo, se fosse semelhante seria... teria alguma constituição, se fosse completamente diferente penso que teria muito pouco ou quase nenhuma constituição de quartzo. (E1)
2. Penso que também não tenha escrito as fontes de erro (...) Quando nós pesamos tem sempre o erro, erro de observação (...) Poderia ter alguma coisa, algum componente diferente do outro canto. (...) Não ficar certamente no limite, é de olho, não se consegue ter a certeza que é mesmo no limite, ou então pode ter algum erro de cálculo. (E1)

Na segunda entrevista, o Gustavo especificou um item em falta na parte da previsão dos resultados do relatório da segunda tarefa, a indicação do valor do volume

molar em condições PTN (fala 1), e propôs a inclusão de outros assuntos para melhorar a completude da explicação das aprendizagens realizadas (fala 2):

1. A stora tinha-nos dado que o volume molar, se não me engano, das substâncias em condições PTN era 22,4. (...) Eu penso que não referi aí na 2ª versão e devia ter referido. (E2)
2. A quantidade de substância no estado gasoso é semelhante se a pressão, a temperatura e o volume fossem iguais, não tinha conhecimento disso, não sabia. Podia ter colocado na parte das aprendizagens (...) mas posso dizer que aprendi isso, a Lei de Avogradro, o que ela dizia. Não tinha conhecimento. Aqui, o volume molar é sempre, em condições PTN, 22,4 decímetro cúbico por mol, também não tinha conhecimento. (E2)

Na quarta entrevista, identificou lacunas nos subtítulos (fala 2) e no esquema ilustrativo (falas 3 e 5) da segunda versão do relatório da quarta tarefa, propondo alterações que melhoraram a coerência dos mesmos:

1. Inv. – Exatamente. Então, mas só com a palavrinha velocidade e altura nós sabemos logo que vocês vão fazer cálculos a seguir, é isso?
2. Gustavo – Pois, devia estar assim: calcular a velocidade, tanto que foi isso que eu lhe disse agora. Tanto que, pronto, está mal feito porque eu agora também não sabia qual é que é a velocidade que a gente vamos calcular e qual é a altura que a gente vamos calcular (...) porque se a gente dizemos velocidade e altura nem se devia calcular nada. A seguir dos dois pontos devíamos dizer a velocidade e devíamos dizer a altura.
(...)
3. Gustavo - A gente temos aqui as medidas reais e tudo porque isto é o procedimento, é o procedimento que a gente utilizamos na experiência e este esquema é sobre o escorega que ia ser feito na realidade.
4. Inv. – Ai é?
5. Gustavo – Tem aqui cinco metros e sete metros. Isto era impossível a gente fazer. (...) Penso eu que, penso eu que seja o esquema que esteja mal. Ou não metíamos medidas nenhuma e ficava, pronto, ficava ao critério depois do que é que a gente íamos utilizar, tanto que a gente não sabíamos. A gente não sabíamos o alcance. (E4)

Assim, a compreensão do que era esperado na secção da planificação e, em parte, na das conclusões & reflexão, parece ter facilitado o processo de autoavaliação. Também a compreensão de que o esquema deve ilustrar o procedimento e que os subtítulos devem ser coerentes com o conteúdo seguinte parece ter fomentado uma análise mais cuidada e a sugestão de melhoramentos durante a quarta entrevista.

As perspectivas do Gustavo acerca da autoavaliação

A concepção do Gustavo acerca do que é e para que servem os critérios de avaliação parece ter-se alterado com a participação neste estudo. No questionário inicial, do ponto de vista do Gustavo, os critérios de avaliação parecem ter apenas a função de classificar e são utilizados fundamentalmente pelos professores: “São parâmetros nos quais somos avaliados” que servem “para nos pudermos avaliar em mais do que uma vertente, pois não se pode avaliar nem só o comportamento, nem só as capacidades” (QI). O aluno disse que os utilizava, mas apenas para prever a classificação final que iria obter: “por vezes tento imaginar a minha nota conforme o que aconteceu” (QI). No final do estudo, o papel dos critérios de avaliação (quer os fornecidos pelo professor, quer os autoimpostos, no caso dos primeiros não serem facultados) parece ser mais abrangente e inclui a função formadora:

Gustavo – Eu penso que é termos, por exemplo, a stora deu-nos uma grelha, mas a gente se fizemos um trabalho, sendo de física, sendo de química, sendo de outra disciplina temos nós os nossos parâmetros para que o trabalho seja um trabalho excelente, perfeito e a partir dessa perfeição ou desse trabalho bom, fazemos o nosso trabalho. (E5)

Na perspectiva do Gustavo, a autoavaliação consiste na reflexão realizada pelo próprio passando fundamentalmente pela identificação dos pontos fracos, e que poderá conduzir à melhoria do produto final:

Inv. – Para que é que serve a autoavaliação?

Gustavo – Para fazermos nós uma avaliação do nosso trabalho, para vermos, podemos verificar se algo está bem, se está errado... Pronto, se está correto, não verificamos porque passa-nos, pronto, mas podemos verificar se está errado e isso leva-nos também para, pronto, para fazermos uma apreciação própria do nosso trabalho.

Inv. – E se vocês verificarem que está errado...

Gustavo – Vamos melhorar o trabalho. (E5)

No que diz respeito à forma como faz a confrontação entre a produção e os critérios de avaliação, parece haver uma contradição entre aquilo que considera ser desejável e o que julga ser suficiente quando esta é realizada logo após o término de um relatório. Assim, idealmente, a autoavaliação implica fazer uma releitura atenta de todo o relatório e dos descritores (fala 1). A forma como fez a confrontação de uma coisa com a outra passou, em alguns relatórios, primeiro, pela releitura dos descritores e,

depois, da sua produção, ponto a ponto, para que fosse mais fácil verificar se a produção ia ao encontro do esperado (fala 2):

1. Só a autoavaliação obriga-nos a fazer, para já, uma coisa que é ler o relatório todo no fim. (...) A gente, para nos avaliarmos, temos de ler mesmo os pormenores todos e ler aí a grelha. Para já, obriga-nos a ler o relatório. (E5)
2. Costumo ler o nível máximo. Por exemplo, mas só leio a [o descritor da] introdução e depois vou ler a minha introdução. (E3)

Em alguns casos, o Gustavo considerou que uma leitura rápida do trabalho seria suficiente porque, tendo sido a autoavaliação realizada logo após a conclusão do relatório, as ideias sobre o que foi feito ainda estavam frescas (fala 1). No entanto, considera que, idealmente, a autoavaliação não deve ser realizada logo após a realização do relatório porque é mais difícil identificar os erros (fala 2):

1. Tínhamos acabado de fazer o relatório, tínhamos tudo, as ideias todas. Não era preciso lermos tudo, como eu disse à stora. Tiramos as ideias, olhamos para aquilo e vimos as coisas, algum pormenor que seja importante. (E3)
2. Não convém fazer a autoavaliação logo a seguir de termos feito o relatório. Não damos conta dos erros que fizemos. (E5)

O Gustavo, em vários momentos, identificou como vantagens da autoavaliação a melhoria da completude (fala 1), a correção de erros (fala 2) e, hipoteticamente, a promoção de uma melhor compreensão dos descritores, apesar de parecer que tal não ocorreu efetivamente (fala 3). No entanto, na entrevista referente ao relatório da quarta tarefa, não apontou quaisquer vantagens da realização do processo de autoavaliação, já que o relatório não foi melhorado na sua sequência (fala 4):

1. Até, por um lado, penso que é bom porque olhamos, comparamos, se faltar alguma coisa emendamos. (E3)
(...)
2. Por causa de irmos reler, tínhamos erros, mesmo erros ortográficos. Olhávamos e iihhhh, pronto, meu Deus! Coisas, mesmo, pronto. (E3)
3. Talvez compreender melhor. Imagine que há uma coisa que a gente não entendemos bem. (...) Há pessoas que leem e se não entendem desistem. Então, imagine que alguém leu alguma coisa, não entendeu, mas depois vai ler a segunda vez por causa da autoavaliação. Por acaso, naquele momento, pode entender. (E3)

4. Neste relatório, por acaso, não. Relembro-me que já num ou dois a gente ao autoavaliarmo-nos identificámos erros e melhoramos mas, este não me recordo de ter, pronto... Lemos o relatório ou recordámos coisas e não fizemos nada assim em concreto, não mudámos. A autoavaliação neste caso não ajudou assim em nada a revelar. (E4)

Parece, então, natural que o aluno tenha dito que gosta de fazer a autoavaliação apenas quando esta envolve a correção de erros, não passando pela reflexão acerca do trabalho realizado:

É assim, eu por um lado gosto [de fazer a autoavaliação] quando corrijo qualquer coisa e verifico que há erro, porque acho engraçado se há erros, pronto, emendá-lo mas, quando é aqueles trabalhos que estão bons e que vamos fazer a autoavaliação só para dizer que está bom, não acho grande piada. (E5)

O Gustavo considera que, ao longo do estudo, desenvolveu a competência de autoavaliação porque sabe melhor o que fazer e, portanto, sente-se mais à-vontade a realizá-la (fala 2). O nível de confiança relativamente à qualidade das suas autoavaliações parece, contudo, não ser muito elevado já que, por um lado, diz que tem apenas uma noção de como a fazer (fala 2) e, por outro, considera que há erros que passam despercebidos (fala 3):

1. Inv. – Achas que ao longo deste tempo desenvolveste a tua capacidade de autoavaliar os trabalhos?
2. Gustavo – Sim, penso que sim, porque quanto mais nós trabalhamos numa certa coisa melhor a desenvolvemos, pronto. E, ao longo destes dois anos, vá, em que tivemos de autoavaliar estes relatórios, penso que sim, penso que estou... tanto que a princípio não sabia bem como é que haveria de autoavaliá-los e agora penso que já tenho uma noção. (...) Que sinto mais à-vontade a avaliar, sinto.
(...)
3. Inv. – Sabes autoavaliar os trabalhos que..
4. Gustavo – Mais ou menos. Há sempre aqueles erros que nos passam, que a gente como já... é quase como nós escrevermos uma frase com erro; a gente quando a vamos ler, a gente lemo-la correta porque não damos conta. (E5)

No que diz respeito a mudanças de métodos de trabalho, o Gustavo referiu que a participação neste estudo levou a que passasse a reler os trabalhos depois de os concluir (fala 3), uma vez que verificou que muitos erros passavam despercebidos se não o fizesse (falas 1 e 5):

1. Gustavo – A autoavaliação, a única coisa que eu, por acaso, refleti foi ler depois outra vez o trabalho. Que eu não tenho por hábito depois ler tudo. Faço em computador, o computador diz os erros, diz o que é que não faz sentido. Pronto, é só isso, reler.
(...)
2. Inv. – Mas também releste o trabalho noutras.... voltaste a ler o trabalho noutras disciplinas?
3. Gustavo – Sim.
4. Inv. – E achas que isso teve a ver com o facto de termos feito isto em Físico-Química?
5. Gustavo – Acho que sim, porque foi a partir daí, por causa de estar a ler, que reparei que, pronto, estava-me a dar erros, então, convinha ler outra vez. (E5)

Síntese

No que diz respeito à *compreensão*, ao longo de todo o estudo foi frequente o Gustavo dizer que entendia o que era pedido na rúbrica e, por isso, não pediu esclarecimentos, exceto relativamente ao termo sintético, associado aos objetivos (embora não o tenha feito durante a elaboração de um relatório, mas, sim numa entrevista, ao se pedir que confrontasse a produção com o que era solicitado).

O aluno parece ter atribuído o seu próprio significado a alguns aspetos específicos da rúbrica (por vezes, diferente daquele que se pretendia), o que conduziu à emergência de padrões autoimpostos. Inicialmente, considerou que: i) o esquema ilustrativo deveria sistematizar os cálculos efetuados; ii) o registo de dados deveria incluir medições diretas e indiretas (e que não havia necessidade de separar o registo do tratamento de dados); iii) retirar conclusões que se baseiam explicitamente em evidências implica retirar conclusões a partir dos resultados, sem que haja necessidade de os explicitar nessa secção, iv) o aspeto atrativo estava associado à beleza do relatório. Alguns destes padrões autoimpostos não foram eliminados e, relativamente aos que foram, tratou-se de um processo lento e não linear. Nem o feedback oral, nem os primeiros comentários escritos, promoveram a realização de produções que fossem ao encontro do esperado. No que diz respeito ao primeiro padrão autoimposto, apenas o relatório-exemplo parece ter elucidado o aluno relativamente ao que se pretendia. O feedback oral, fornecido durante a entrevista que sucedeu a terceira tarefa, parece ter promovido a clarificação de que se tencionava a ilustração do processo e não apenas dos materiais utilizados. No que diz respeito ao segundo padrão autoimposto, mesmo depois de ter sido debatido o que era esperado, na segunda entrevista, mediante o confronto com o que tinha sido feito, o

seu grupo de trabalho voltou agregar o registo e o tratamento de dados na terceira tarefa, o que, do ponto de vista do Gustavo, faria sentido, uma vez que facilitaria a compreensão por parte do leitor. Apenas na última tarefa prevaleceram as orientações fornecidas ao longo do tempo, em detrimento do padrão autoimposto. Quanto aos dois últimos padrões autoimpostos, parecem nunca ter sido eliminados ou autocontrolados.

De facto, verifica-se que alguns itens foram elaborados de acordo com as concepções do aluno, ignorando o que havia sido discutido em momentos (tarefas) anteriores. Por exemplo, apesar de a síntese dos objetivos ter sido um critério amplamente discutido, o Gustavo considerou adequado definir grandezas dentro do próprio objetivo, no relatório da última tarefa (não obstante ter elaborado objetivos sintéticos em relatórios anteriores). No relatório da terceira tarefa julgou adequado incluir explicações sobre a realização de alguns dos passos no procedimento, uma vez que tal não tinha sido abordado noutras partes do relatório. Por último, com o decorrer do estudo, passou a considerar que as conclusões do trabalho desenvolvido constituíam as aprendizagens realizadas e, por isso, este item não apareceu discriminado no relatório da quarta tarefa (apesar de ter sido mencionado, ainda que sucintamente, em relatórios anteriores).

A extensão do que se pretendia com o item “explicação do modo como as fontes de erro afetaram os resultados” inicialmente não foi compreendida. No entanto, apesar de ter sido clarificado durante uma entrevista, este item não consta em nenhum dos relatórios. Assim sendo, os dados acima descritos apontam para a *desvalorização* e também para uma aprendizagem pouco consistente (ou prevalência de padrões autoimpostos) relativamente a alguns critérios. Ainda no que diz respeito à valorização, a secção da planificação (descrição das estratégias adotadas/ a adotar e de estratégias alternativas) parece não ter sido tão valorizada quanto as outras secções do relatório.

Relativamente à *aplicação* dos critérios de avaliação, geralmente, o Gustavo partiu do que sabia (para definir grandezas na fundamentação teórica, por exemplo) recorrendo poucas vezes à consulta de fontes (parece ter apenas consultado o caderno diário de forma pontual). Recorreu, mais frequentemente, ao questionamento (à professora e aos colegas), principalmente durante o desenvolvimento da tarefa, mas também durante a elaboração do relatório (por exemplo, para esclarecer aspetos relativos à organização e completude do procedimento experimental, no primeiro relatório realizado, e definir os objetivos associados à segunda tarefa). Relativamente ao questionamento que incidiu na execução de cálculos (para a previsão de resultados ou

tratamento de dados), ressalta-se o empenho do Gustavo em apropriar-se do raciocínio envolvido (parece não estar apenas interessado em apresentar corretamente os cálculos, mas também em compreendê-los).

Atendendo à dificuldade sentida na seleção e desenvolvimento dos temas a abordar na fundamentação teórica o Gustavo parece ter adotado a estratégia de recorrer à análise dos cálculos efetuados para identificar as variáveis presentes e defini-las, então, na primeira secção do relatório, a introdução. Para além disso, por vezes, propôs a realização ou revisão de algumas partes do relatório num ambiente mais calmo (em casa) e com mais tempo para colmatar as dificuldades em se exprimir, por exemplo. A aprendizagem com o erro (mediada pelo feedback escrito ou oral) foi outra forma de ir elaborando produções de maior qualidade.

Da análise efetuada emergem alguns fatores que parecem ter influenciado a forma como o Gustavo aplicou os critérios de avaliação. Um deles tem a ver com o conteúdo dos descritores. Por exemplo, a explicitação de evidências para justificar as conclusões parece não estar solicitada de uma forma clara (do ponto de vista do Gustavo), o que poderá ter contribuído para a sua ausência. O Gustavo referiu que a utilização de determinadas palavras, como adequado, não facilitam a compreensão do que se pretende se os alunos não souberem o que é considerado adequado, e que a própria ordem pela qual os itens são solicitados na rubrica pode influenciar a valorização que lhes é dada. Outro fator prende-se com o tempo fornecido. Verificou-se que a segunda versão do relatório da segunda tarefa tem uma qualidade muitíssimo superior (em termos de completude, desenvolvimento, rigor e organização) comparativamente com a primeira versão, o que parece estar relacionado, não só com os comentários feitos, mas também com o tempo (e ambiente) em que as duas versões foram realizadas.

Relativamente ao *papel das estratégias e recursos para a apropriação dos critérios de avaliação*, a rubrica parece ter tido a função de orientar o desenvolvimento, tanto da primeira versão, como, por vezes, da segunda versão dos relatórios, tendo a segunda versão da rubrica sido, do ponto de vista do aluno, a mais formativa. O relatório-exemplo e os relatórios das tarefas anteriores parecem ter funcionado como modelos e, em algumas situações, evitado que voltassem a ser cometidas determinadas lacunas ou erros. O relatório-exemplo parece ter facilitado a compreensão de alguns critérios de avaliação, nomeadamente a compreensão do tipo de esquema pretendido. O contributo da discussão de pares, embora não tenha sido igual relativamente a todos os elementos que fizeram parte dos grupos do Gustavo, parece ter facilitado

fundamentalmente a aplicação de alguns critérios de avaliação. O feedback parece ter promovido, várias vezes, a confrontação entre a produção e o pretendido e a sua respetiva revisão. Por vezes, houve a necessidade de complementar a escrita avaliativa com o feedback oral. O contributo parece não ter sido restrito aos relatórios em relação aos quais o feedback foi fornecido mas, em relação a alguns itens, a apropriação dos critérios de avaliação evitou que voltassem a ser cometidas as mesmas lacunas ou erros. O feedback oral, em particular, parece ter contribuído para a compreensão e valorização de alguns aspetos relativamente ao que é pretendido em todas as secções do relatório.

No que diz respeito a *aprendizagens e a progressos observados na elaboração de relatórios*, a apropriação dos critérios de avaliação e o desenvolvimento da competência de autoavaliação parecem ter fomentado: i) a capacidade de identificar conteúdos relevantes a abordar na fundamentação teórica (ainda que o aluno, geralmente, tenha sido sintético e apesar de a estratégia adotada ter fortes limitações); ii) a apresentação de esquemas ilustrativos adequados; iii) a identificação de fontes de erro e; iv) várias melhorias ao nível do rigor e da organização (por exemplo, utilização mais frequente de subtítulos). Contudo, algumas aprendizagens parecem ter sido menos consistentes (numas situações o desempenho foi muito melhor do que noutras), tais como a síntese dos objetivos, o desenvolvimento da planificação e a atribuição de títulos para as tabelas e de subtítulos rigorosos. Por fim, a explicitação de evidências (nas conclusões) e a explicação da forma como as fontes de erro afetam os resultados foram itens inexistentes ou inadequadas ao longo de todo o estudo.

No que concerne à *autoavaliação*, existem alguns indícios que apontam para um desenvolvimento ténue desta competência. Ao longo do tempo, as reflexões realizadas no final da elaboração dos relatórios foram sendo mais abrangentes (contemplando mais critérios de avaliação) e mais fidedignas. A análise e correção de alguns aspetos que foram menos conseguidos ao longo dos vários relatórios, como os subtítulos e o esquema ilustrativo, foi efetivamente concretizada durante a quarta entrevista, sugerindo que a mesma decorreu da apropriação dos critérios de avaliação relativamente a estes itens.

CAPÍTULO 8

O caso da Sara

A análise que se segue foca-se no trabalho desenvolvido pela Sara na realização das tarefas investigativas e dos respetivos relatórios na disciplina de Física e Química. Começo por fazer uma breve apresentação da aluna. De seguida, faço uma análise do processo de apropriação dos critérios de avaliação. Numa primeira fase, procuro compreender o modo como a Sara os compreendeu, valorizou e aplicou. Numa segunda fase, analiso o contributo das estratégias e recursos utilizados para a apropriação dos mesmos. Por último, analiso o processo de autoavaliação associado à realização dos relatórios. No final, faço uma síntese dos resultados tendo em conta as questões do estudo.

Apresentação da aluna

A Sara tinha quinze anos no início do ano letivo de 2008-2009 e transitou sempre de ano ao longo do seu percurso escolar. De acordo com as respostas ao questionário feito pela Diretora de Turma no início do 10.º ano de escolaridade, pretendia ingressar no curso de medicina e as suas disciplinas preferidas eram a Matemática e a Biologia e Geologia. Não apontou nenhuma em que sentisse mais dificuldade.

Ao longo dos dois anos em que decorreu o estudo, teve um desempenho escolar que se poderá considerar bom. No final do ano letivo de 2008-2009, obteve uma média de 15,1 valores. Nas disciplinas específicas as suas classificações foram: dezassete a Matemática, catorze a Física e Química e dezasseis a Biologia e Geologia. No ano

letivo de 2009-2010 obteve uma média de 14,7 valores, tendo as classificações nas disciplinas específicas sido iguais às do ano letivo anterior.

Na sala de aula era uma aluna que habitualmente tinha uma postura exemplar. Estava atenta e intervinha algumas vezes. Executava as tarefas solicitadas de forma muito empenhada e concentrada, procurando dar o seu melhor e ultrapassar as dificuldades que surgiam através da discussão com os pares e/ou solicitando o auxílio da professora. Durante a realização de exercícios, geralmente, optava por trabalhar individualmente, partilhando ideias fundamentalmente quando surgiam dúvidas. Nos trabalhos em grupo, ouvia atentamente as propostas dos colegas e, habitualmente, não colocava entraves à integração das mesmas. Ainda assim, quando discordava, não deixava de marcar a sua posição. Quando os colegas de grupo se desfocavam da tarefa, optava por continuar a realizá-la individualmente. Desenvolvia um trabalho sistemático em casa, fazendo os trabalhos solicitados, estudando e, por vezes, avançando no desenvolvimento de tarefas que estavam em curso na sala de aula, mesmo quando tal não era solicitado. Descreveu o seu método de estudo da seguinte forma: “Primeiro estudo o que significa a matéria que estamos a dar e depois faço exercícios para aplicar o que já sei ou ainda não sei” (QI).

No questionário que preencheu no início deste estudo, indicou que gostava da disciplina de Física e Química e descreveu-a como uma ciência que estuda os fenómenos que nos rodeiam envolvendo fundamentalmente a aplicação de fórmulas matemáticas e a realização de atividades experimentais: “Gosto de saber a matéria que nos rodeia e todas as reações que acontecem no dia-a-dia. Gosto muito de fazer experiências”; “É o estudo de todos os meios que nos rodeiam, elementos, temperatura, calor, aplicando com fórmulas e experiências” (QI). A experiência que tinha tido no ensino básico ao nível da realização de atividades experimentais foi reduzida. Desenvolveu algumas tarefas muito simples em Ciências Naturais, em que o professor indicava o que deviam fazer mas, em Ciências Físico-Químicas, não realizou este tipo de tarefa. Relativamente a relatórios também elaborou muito poucos.

Durante o ensino básico, parece ter realizado autoavaliação pouco frequentemente e de forma limitada. Cingiu-se à reflexão sobre os trabalhos desenvolvidos nas disciplinas de Ciências Naturais (fala 2) e à justificação, em algumas disciplinas, da autoclassificação atribuída no final do período (fala 5):

1. Inv – Já tinhas feito algum tipo de autoavaliação? (...)

2. Sara – Quando era a parte dos vulcões fazíamos, construíamos vulcões, quando era a parte dos sismos fazíamos caixas com a simulação das placas divergentes e isso assim e, depois, fazíamos a autoavaliação de como é que nós tínhamos... como é que achávamos, o que é que podíamos melhorar ou não ou como é que fizemos.
3. Inv. – E eram dados os critérios para tu poderes fazer a autoavaliação?
4. Sara – Não, éramos nós que fazíamos. (...) De zero a cinco, onde achávamos, onde estávamos. O porquê de nos avaliarmos com essa nota e púnhamos.
(...)
5. Sara – No final do período fazíamos autoavaliação, mas o que fazíamos mais era: havia umas grelhas que era para as disciplinas todas que era para pôr as notas à frente. E só algumas professoras, mas poucas, é que pediam para nós justificarmos, mas não eram assim muitas. (E1)

O discurso da Sara sugere que as reflexões que fazia acerca do seu desempenho não envolviam a confrontação com critérios de avaliação previamente estabelecidos, uma vez que parece que estes não eram partilhados (falas 3 e 4).

Os critérios de avaliação

Análise do processo de apropriação dos critérios de avaliação

Introdução

Objetivos. Ao longo das quatro tarefas, a Sara recorreu às informações que constavam no guião e, de um modo geral, definiu objetivos *coerentes* com o que era pretendido e com o que foi realizado experimentalmente:

1. Prof. – Quais eram os objetivos desta atividade?
2. Sara – Descobrir onde é que era mais barato as areias.
3. Prof. – Comprar as areias.
4. Sara – Comprar as areias. E o outro era saber se eram constituídas 100% de quartzo. (T1_A3)

Na segunda tarefa, recorreu também ao relatório da atividade anterior, copiando o início do objetivo nele definido (fala 1). Para além disso, aceitou a proposta do colega de elaborar objetivos mais pormenorizados a partir das questões do guião (falas 2 a 5):

1. Olha, a minha introdução da outra vez foi: com a realização da atividade pretende-se saber onde se vende areia mais barata, blá, blá, blá. Agora podemos pôr: com a realização (...) pretendemos, ah, pretendemos simular uma simulação para estudar a Lei de Avogadro. (T2_A2)
2. José – Agora a gente precisa de falar aqui das perguntas. (...)
3. José – Pretendemos calcular o volume molar de cada um dos gases em condições PTN num balão de 500 mililitros. (...)
4. Sara – (lê parte do que escreveu na introdução:) Com isto podemos dizer a relação entre o volume molar das substâncias no estado gasoso. (T2_A3)

Na quarta tarefa, o objetivo apresentado no relatório resultou da compilação do que tinha sido definido previamente por ela e pela sua colega de grupo. Não sugeriu qualquer alteração à parte proposta pela Madalena parecendo apenas tentar compreender os termos utilizados (fala 1), o que revela alguma submissão e/ou pensamento crítico pouco desenvolvido. Porém reformulou, com sucesso, uma falha de rigor que foi salientada pelo seu colega (falas 3 a 4):

1. Sara – A altura a que se encontra o ponto de impacto, o alcance horizontal por ele atingido e o valor da velocidade com que chega ao valor de impacto. O que é que o valor de impacto? (...)
2. Sara – Estas são a altura que o escorrega deverá ter.
3. Sandro – Sim, mas as medidas de segurança não são a altura.
4. Sara – Pois não, que dependem da altura. (T4_A2)

Os objetivos definidos pela Sara resultaram sempre de pequenas reformulações às questões-problema e, na maioria dos relatórios, não foram *sintéticos*. Na primeira tarefa incluiu informação dos preços das areias, na segunda incluiu a definição da Lei de Avogadro, apesar de o colega ter salientado que deveriam separar os objetivos da fundamentação teórica (falas 1 a 8) e, na quarta, as regras de segurança dos escorregas:

Com a realização da actividade pretende-se saber onde se vende areia mais económica para a construção de uma casa. Se é no estaleiro Lourenços Lda a 14 € o m³ ou no estaleiro Perpétuo e filhos Lda a 10,5 € cada tonelada de areia amarela e areia do rio. (R1_V1)

1. Sara – Olha, a gente pode dizer o que é a coisa de Avogadro. A stora diz para nós justificarmos a sua importância para o trabalho [no descritor dos princípios científicos]. A Lei de Avogadro é que é.
2. José – Mas isso é só a seguir.

3. Sara – Ah?
4. José – Não é já agora. Primeiro tens de explicar os objetivos.
5. Sara – Não, mas já que estás a falar da Lei de Avogadro falas o que é que é.
6. José – Oh, tá bem, mas...
7. Sara – Fica melhor.
8. José – Mas não sei se a stora deixa. (T2_A3)

Os objectivos desta actividade experimental são planear experiências necessárias que permitam escrever ao construtor do escorrega do aquaparque de um novo condomínio “Alenquer à vista”, indicando a altura que o escorrega deverá ter (...), comprovando que serão cumpridas as normas de segurança. Estas condições de segurança encontra-se no excerto (...), em que a inclinação da pista de deslizamento deve ser... (R4_P)

A Sara parece considerar ser necessário incluir informação adicional para facilitar a compreensão do objetivo do trabalho (fala 2) e possibilitar que, posteriormente, se retirem conclusões (falas 3 a 7). Para além disso, ao longo da realização das duas primeiras tarefas parece não ter sido claro o significado da palavra sintético (no descritor), mas também não foi questionado (falas 8 e 9):

1. Prof. – Que características é que tem de ter a vossa introdução para ser uma boa introdução?
2. Sara – Os objetivos da atividade bem explícitos para que os outros percebam. (T1_A1)
3. Sandro – Tu tens todas as regras aqui!
4. Sara – Tudo.
(...)
5. Sara – Eu acho que no relatório faz sentido [indicar as regras de segurança nos objetivos] porque se aqui nós íamos ter de dizer ao construtor qual a altura, as alturas e isto tudo acho que faz sentido depois na conclusão para nós chegarmos... Então metemos só na conclusão?
6. Inv. – Não é o que faz mais sentido para vocês?
7. Sara – Mas primeiro devia-se indicar. (T4_A1)
8. José – Introdução, deixa ver os critérios. (lê o descritor do nível máximo) ... de forma clara e sintética. O que é que é sintética? De forma sintética? Clara e simples, não?
9. Sara – Sim, para aí. (T2_A3)

Várias estratégias de regulação externa foram implementadas com o intuito de fomentar a definição de objetivos sintéticos e restritos ao início da introdução. Na

primeira versão do relatório da segunda tarefa, foi feito um comentário escrito, mas não se verificou qualquer melhoria na segunda versão:

A vossa introdução contém os objectivos misturados com a fundamentação teórica. → Tentem melhorar a organização da introdução. Devem começar por definir clara e sucintamente os objectivos e depois abordar os assuntos importantes para o desenvolvimento da actividade. (R2_V1)

Aquando da entrega dos relatórios da segunda tarefa, foi apresentado e analisado o relatório-exemplo. Tal parece ter favorecido a compreensão de que os objetivos devem ser diretos e concisos (falas 4 a 6), uma vez que a Sara salientou que uma das lacunas do seu relatório prendia-se com a falta de síntese dos objetivos (fala 1) e com o facto de não estarem concentrados e perfeitamente delimitados do resto da introdução (fala 4). Para além disso, na terceira tarefa a aluna parece ter procurado (e conseguiu) não cometer os mesmos erros (falas 5 a 14):

1. Sara - Devíamos pôr os nossos objetivos logo explícitos e fomos, basicamente nós metemos, em vez de pôr mais o essencial, metemos um bocadinho de palha, digamos.
(...)
2. Inv. – Logo no início da introdução ou foram explicando os objetivos ao longo...?
3. Sara – Ao longo, tá muito arrastado.
(...)
4. Sara – Depois com o relatório que a stora deu, que era aquele exemplo (...). Ao ver esse, já não me lembro quem é que foi, vejo que vão mais diretos ao assunto e não andam tanto a rodear, dizem logo o que é que é, e não bem o que nós fizemos, porque nós metemos coisas muito iguais, muito repetitivas. (...) A organização, como nós já tínhamos dito, tá muito baralhado porque está umas coisas separadas das outras e devíamos ter logo explicado, logo, logo tudo junto. (E2)
5. Inv. – O que é que é para ti um objetivo sintético?
6. Sara – Ah... não seja muito, muito longo e que não esteja espalhado sempre ao longo do texto, seja logo... pronto.
7. Inv. - Que esteja condensado numa parte?
8. Sara – Sim e que seja dito de uma forma... ah...
9. Inv. - Breve?
10. Sara – Que não seja com rodeios! Exato.
11. Inv. – Ah, direto ao assunto?
12. Sara – Direto.
13. Inv. – E está?
14. Sara – Acho que sim. (E3)

Porém, a importância da síntese parece não ter sido apropriada, uma vez que, na quarta tarefa incluiu informação adicional quando definiu o objetivo, justificando esta opção.

Fundamentação teórica. No que diz respeito à *seleção dos itens* a abordar, a Sara parece ter identificado, ao longo das quatro tarefas, os temas mais relevantes, aumentando a sua autonomia neste processo e a abrangência dos assuntos abordados. Na primeira tarefa, esta identificação foi auxiliada por mim, enquanto professora, e parece nem ter sido bem compreendida pela aluna (fala 1). Na segunda e terceira tarefas a estratégia utilizada parece ter passado pelo recurso ao guião da atividade (principalmente na segunda) e pela identificação das grandezas determinadas - a Sara procurou definir cada uma delas (falas 2 a 5):

1. Baseei-me mais no que a stora disse na aula porque disse que era isso que eu tinha de utilizar, ou seja, não tinha compreendido bem o porquê de ser esta grandeza [massa volúmica]. (E1)
2. Sara – Queres dizer o que é que é a massa molar? (...) Massa molar, o que é que é a massa molar?
3. José – A massa molar ou o volume molar?
4. Sara – O que vale é que isto também não diz aqui [no guião]! (T2_A3)
5. E agora? Falámos da entalpia, agora podemos falar do outro tema. Calor é igual à constante vezes a massa vezes... (Sara, T3_S1)

Já na terceira tarefa, os conteúdos selecionados visavam também a explicação dos fenómenos físicos que ocorreram ao longo das experiências (Figura 8.1). E, no esboço da introdução do relatório da quarta tarefa, realizado antes da aula experimental, a Sara abordou um conjunto ainda mais abrangente de assuntos: enunciou a lei da conservação da energia, no geral, e da energia mecânica, em particular, exemplificou-a, fez alusão à possibilidade de existência de sistemas não conservativos e enunciou a lei da inércia. No que diz respeito ao lançamento horizontal de projéteis, caracterizou a força aplicada nos mesmos, enunciou as expressões que permitem calcular a componente vertical e horizontal da velocidade e a posição dos projéteis, indicou as variáveis que afetam o alcance a partir da análise dessas expressões e deduziu a expressão do tempo de queda, assim como a do alcance, em função da altura e da velocidade de lançamento do corpo. Por fim, explicou de que forma outras variáveis, como a altura do escorrega e a massa do corpo, poderiam afetar o alcance dos corpos.

Na realização da primeira experiência, quando adicionarmos o gelo à água (que vai substituir a limonada), esta vai ceder energia sobre a forma de calor, para que haja uma mudança de estado físico, ocorrendo a fusão do gelo (variação de entalpia), onde a energia absorvida é igual à energia emitida e por isso a temperatura nessa passagem de estado físico mantém-se constante, mas essa energia vai ainda servir para arrefecer a água.

Uma vez que o calor que a água à temperatura ambiente cede é igual ao calor que o/a gelo/ água fria absorve, temos que calcular essa energia, através da capacidade térmica mássica (C) que é a quantidade de energia fornecida a uma grama de substância para que aumente/diminua a sua temperatura 1°C . Varia por substância, sendo que o caso da água, o seu valor é de $4186 \text{ J kg}^{-1}\text{K}^{-1}$. Fazemos este valor a multiplicar pela massa da água e pela variação de temperatura, ou seja a temperatura final menos a temperatura inicial.

Figura 8.1. Fundamentação teórica do relatório da terceira tarefa

No que diz respeito ao *desenvolvimento* dos temas, a Sara demonstrou compreender que não bastava indicar os conceitos relevantes, mas era necessário explicá-los pormenorizadamente:

Sara – Tens de explicar tudo, Sandro. (...) Acho, tu é que não fazes noção das coisas que é preciso explicar. (...) Tens de fazer o relatório como se fosse uma pessoa que não conhecia... nada da experiência.

(...)

Sara – Tens que dizer os princípios todos.

Sandro – Tens de dizer, mas não tens de explicar.

Sara – Ai não? Então vai lá ao relatório [descritores] ver se não tens de justificar. (T4_A3)

No entanto, verificou-se que as fundamentações teóricas tinham, em algumas partes, características da planificação (de forma mais marcante nos primeiros relatórios do que nos últimos). No relatório da primeira tarefa, a aluna escreveu “precisamos ainda da relação entre o m^3 e o cm^3 e uma tonelada em gramas”. Na segunda tarefa, em virtude de a díade não ter encontrado as definições de massa molar e volume molar no guião da tarefa, enveredaram por uma abordagem mais próxima da planificação (falas 1 a 4). Na primeira versão deste relatório fez um comentário remetendo o último parágrafo para a secção da planificação (Figura 8.2) e este, efetivamente, deixou de fazer parte da introdução da segunda versão. Porém, na terceira tarefa, a proposta inicial da Sara para iniciar a fundamentação teórica focou-se nos cálculos realizados para a resolução do problema (fala 5). Tal sugere que, apesar de a sugestão (feedback escrito) ter sido aceite no relatório da segunda tarefa, não ocorreu uma aprendizagem consistente. Ao ouvir a proposta da Sara sugeri que pensasse noutra forma de iniciar a fundamentação teórica e propus que interligasse os vários assuntos (fala 6):

1. Sara – [lê o guião] O volume molar é constante para todos os gases nas mesmas condições de temperatura e pressão.
(...)
2. José – É constante, não diz que é a constante. E eu acho que isto não é um significado, isto é apenas uma característica do volume molar. Então, o que é que a gente agora põe?
3. Sara – Não metes nada.
4. José – Porque é que a gente não diz o que fizemos aqui ainda nisto? Dizemos, nesta atividade necessitamos de saber a relação de mole com as gramas e com, com as partículas. (T2_A3)

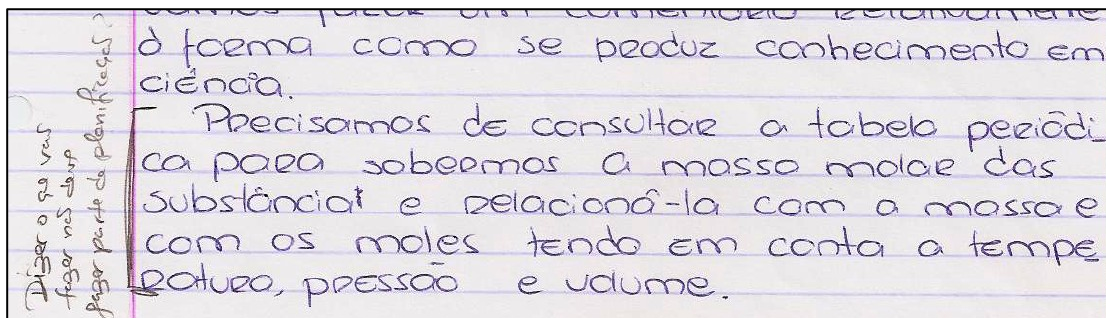


Figura 8.2. Excerto da fundamentação teórica da primeira versão do relatório da segunda tarefa

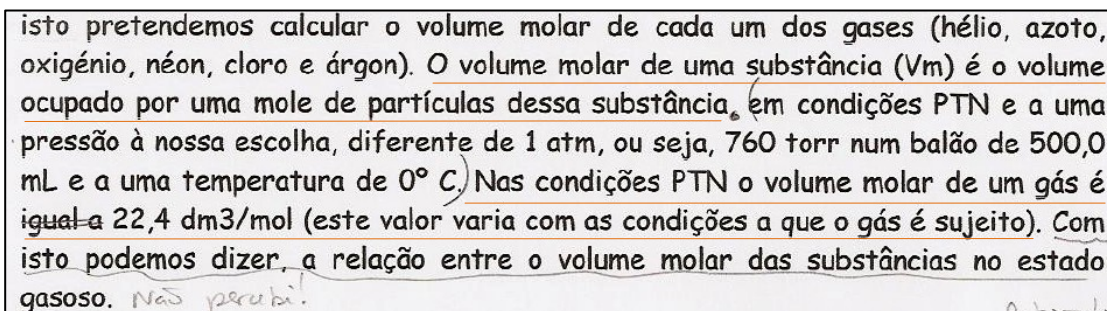
5. Sara – Ouve, nesta experiência vamos utilizar o, a fórmula da transferência de energia sob a forma de calor.
6. Prof. – Tens de arranjar aí um texto, não é dizer vamos utilizar a fórmula. Tens de falar sobre os assuntos. Tem de ser como se fosse uma história.
7. Sara – Stora, não sou contadora de histórias. (T3_S1)

No relatório da terceira tarefa (Figura 8.1), os conceitos aparecem enquadrados na explicação do que ocorreu experimentalmente, mas a sua introdução é mais subtil - não iniciaram esta secção do relatório escrevendo que para resolver o problema iriam utilizar determinada grandeza ou fórmula, como se verificou no relatório da primeira tarefa (“Através das amostras destas duas areias é possível resolver o problema, para isso utilizamos a massa volúmica...”, R1_V1) ou como a Sara propôs, inicialmente, ao elaborar o da terceira tarefa. Tal poderá dever-se à sugestão (oral) de não começar a fundamentação teórica desta forma.

No relatório da quarta tarefa, os assuntos foram explicados de uma forma mais abstrata, não constituindo uma descrição e explicação direta dos fenómenos físicos que ocorreram na prática. Deixaram de existir frases do género: “temos de calcular...” ou “fazemos este valor a multiplicar...” (R3). Talvez a realização prévia desta introdução (antes do desenvolvimento da atividade experimental) também tenha contribuído para um maior distanciamento da fundamentação teórica relativamente à planificação.

Uma das estratégias utilizada por Sara para o desenvolvimento da fundamentação teórica passou pelo recurso a fontes de informação, tais como a Internet, o caderno diário, o guião da atividade e o manual escolar. Segundo dados que foram obtidos de forma informal, parte da definição da massa volúmica que consta na primeira versão do relatório da primeira tarefa consiste na cópia de informação recolhida na Internet. Na primeira versão do relatório da segunda tarefa, a definição da hipótese de Avogadro foi transcrita do guião da tarefa e, na segunda versão, a definição de volume molar pesquisada foi incorporada no texto (Figura 8.3). Para a elaboração do relatório da terceira tarefa, existe evidência da consulta do caderno diário e, relativamente ao relatório da quarta tarefa, o grau de desenvolvimento da fundamentação teórica também sugere o recurso a fontes bibliográficas:

E, de seguida, dá-se a diminuição de temperatura até, ah, atingir o equilíbrio térmico. É o que eu tenho ali [no caderno]. (...) Então, é aquilo que eu não percebo. Porque eu escrevi isso nos apontamentos da aula.
(T3_S1)



isto pretendemos calcular o volume molar de cada um dos gases (hélio, azoto, oxigénio, néon, cloro e árgon). O volume molar de uma substância (V_m) é o volume ocupado por uma mole de partículas dessa substância, em condições PTN e a uma pressão à nossa escolha, diferente de 1 atm, ou seja, 760 torr num balão de 500,0 mL e a uma temperatura de 0° C. Nas condições PTN o volume molar de um gás é igual a 22,4 dm³/mol (este valor varia com as condições a que o gás é sujeito). Com isto podemos dizer, a relação entre o volume molar das substâncias no estado gasoso. Não perubí! *A. Barredo*

Figura 8.3. Excerto da fundamentação teórica da segunda versão do relatório da segunda tarefa

O recurso à Internet parece ter ocorrido apenas quando esta parte do relatório foi desenvolvida em casa. Isto é, não existem indícios de que a Sara tenha pesquisado durante o trabalho em grupo. Esta fonte foi utilizada, tanto para a elaboração da primeira versão, como da segunda versão, de modo a ir ao encontro de comentários escritos. Geralmente, a aluna copiava as definições encontradas. No entanto, por vezes, parece ter havido alguma dificuldade em enquadrar os resultados da pesquisa, tal como a própria aluna referiu durante a segunda entrevista:

Sara – Fomos à Internet ver que era a definição para não pormos o que é que nós sabíamos porque senão ia ficar mal explicado, mas, depois, ao tentarmos encaixar umas coisas nas outras...
Inv. – Foram à Internet ver a definição do quê?

Sara – Do volume, do volume molar. Depois, ao tentarmos pôr, acho que ficou assim umas partes repetidas. Só que, depois, se fossemos emendar ficava, ficava um bocado, ainda ficava pior. (E2)

De facto, parece que a Sara “colou” a definição encontrada na Internet (sublinhada a vermelho) no texto da primeira versão, sem que tivesse havido qualquer reajustamento do mesmo, o que o tornou confuso (Figura 8.3). Durante a entrevista, ela assumiu ter medo de errar e sentir pouca segurança relativamente às partes do texto que utilizavam um discurso próprio. Considerou que a escrita e a linguagem científica estavam boas nas partes que resultaram de cópias das pesquisas, mas piores nas restantes (fala 1). Para além disso, o entendimento que faz relativamente à utilização de uma linguagem científica sem incorreções parece estar associado ao recurso a termos técnicos e a uma linguagem mais complexa, isto é, diferente daquela que os alunos utilizam habitualmente (fala 3). Assim, o medo de errar e a noção deturpada do que é valorizado relativamente ao rigor científico parecem justificar esta metodologia (a cópia das fontes consultadas):

1. Sara – Penso que nesta parte ficou muito bem e nesta ficou, ficou menos bem porque fomos nós a, foi o que nós sabíamos fomos nós a pôr isso para o papel. E aqui já não, foi mais por ir pesquisar e pôr, pôr em papel.
(...)
2. Inv. – O que é que tu entendes por rigor científico, por não ter erros a nível científico?
3. Sara – Escrever em linguagem científica, não utilizar tanto termos, termos mais básicos, tanto a nossa linguagem, que não é nada, não é nada boa. É isso que eu entendo. (E2)

Na entrevista procurei clarificar, recorrendo a um exemplo, o que se pretende relativamente ao rigor científico, tentando incentivar a utilização de um discurso próprio, mas com alguns cuidados:

Em ciência nós utilizamos o português, não é? Como em todas as disciplinas. Portanto, vocês têm de utilizar... Só que têm é de ter algum cuidado com o rigor. Por exemplo, vocês dizem que mediram o peso de qualquer coisa e aquilo que vocês realmente mediram foi a massa. Aí vocês estão a cometer uma incorreção científica porque não estão a dizer realmente aquilo que mediram - estão a cometer um erro. (E2)

Os relatórios da terceira e quarta tarefas apontam para alguma evolução relativamente à integração das informações consultadas, uma vez que há um melhor

enquadramento e uma maior interligação entre os temas, parecendo haver uma integração (e não apenas uma cópia) da informação consultada (Figura 8.1).

A Sara revelou, em vários momentos, sentir dificuldades em expressar-se por escrito, por isso, quando possível, para além da estratégia referida anteriormente, procurou desenvolver esta parte do relatório num ambiente mais calmo e de maior concentração:

Inv. – Nas conclusões, na introdução, na planificação, são as partes do relatório que tens mais dificuldades. É?

Sara – É.

Inv. – Porquê?

Sara – Por causa da lingu... da da maneira de escrever, de do que eu sei, as coisas que eu fiz e que... e que pronto que eu, que eu acho que são importantes eu não, não consigo exprimi-las... (E3)

Sara – A gente devia escrever isso tudo. Tudo o que a gente tá a dizer, que a gente sabe, a gente devia de pôr, só que é complicado. Não querem passar à frente [da fundamentação teórica] para uma coisa mais fácil? É que a gente não tá com muito, muita concentração agora. (T3_S1)

Apesar das estratégias adotadas, ocorreram algumas falhas de *rigor*. A cópia de fontes de informação nem sempre favoreceu a inclusão de definições rigorosas, o que aponta para a dificuldade na seleção de fontes de informação credíveis (como por exemplo, a definição de massa volúmica na primeira versão do relatório da primeira tarefa: “a massa volúmica mede o grau de concentração da massa em determinado volume”). Para além disso, da análise realizada emerge que o conhecimento de uma lei ou a definição de uma grandeza nem sempre foi suficiente para que tivesse sido corretamente integrado no texto. Tal ocorreu, por exemplo, com a inclusão da definição de volume molar, na segunda versão do relatório da segunda tarefa, e com o conceito de variação de entalpia, no relatório da terceira tarefa. No primeiro caso, o texto acabou por apresentar falhas de rigor devido a uma inadequada integração da informação pesquisada (Figura 8.3). No segundo caso, embora conhecesse a definição de variação de entalpia, a Sara sugeriu acrescentar o nome desta grandeza à frente da explicação das transferências de energia que ocorrem durante a fusão do gelo:

Ao adicionarmos o gelo à limonada esta vai ceder energia sob a forma de calor para que haja uma mudança de estado físico, ocorrendo a fusão do gelo. Isto tudo é a variação de entalpia. Não, só aqui, mudança de estado físico, ocorrendo a fusão do gelo. Aqui mete-se entalpia, variação de

entalpia. Ah, o que é que achas? (...) É isto, é quando a energia é cedida por unidade de massa para que haja mudança de estado físico. (T3_S1)

Ao colocar à frente de fusão do gelo a variação de entalpia entre parêntesis (Figura 8.1) subentende-se que o valor de energia cedida durante a mudança de estado físico corresponde ao valor de variação de entalpia, o que não é verdade.

A Sara procurou que os relatórios ficassem completos, no entanto, ao deparar-se (a partir de chamadas de atenção dos colegas de grupo) com dificuldades a nível de rigor, por vezes, para não errar, optou por sugerir a não inclusão de determinados aspetos (fala 7). No relatório da quarta-tarefa, propôs que fosse atribuído um título a uma figura. A sua proposta (fala 3) ilustrava o que estava a ser descrito no texto, mas não o que era representado na imagem, tal como o colega lhe explicou (falas 4, 6 e 8). A transcrição que se segue ilustra a dificuldade da Sara em atribuir títulos adequados e até mesmo a compreender porque são inadequados (fala 5):

1. Sara – Agora mete legenda.
(...)
2. Sandro – Esquema...
3. Sara – da conservação de energia.
4. Sandro – O que é que isso tem a ver com a lei da conservação de energia? O que é que essa imagem tem a ver com a lei...
5. Sara – Tu tás a explicar.
6. Sandro – O que é que essa imagem tem a ver com a lei da conservação da energia?
7. Sara – Então não metas nome nenhum.
8. Sandro – (...) O que tu tás a dizer é que essa lei só acontece assim nestes planos e é mentira. (T4_A3)

No que diz respeito à *argumentação*, na primeira versão do relatório da primeira tarefa, pedi à Sara, através de um comentário escrito, que explicasse porque razão o conceito de massa volúmica era relevante para a atividade realizada. A Sara explicou, durante a entrevista, que não indicou as razões que a levaram a explorar este tema porque não compreendeu bem, quer a necessidade de explorar este assunto (fala 2), quer a expressão “justificando o seu uso” que constava nos descritores da rubrica (fala 4):

1. Inv. – Porque é que achas que eu coloquei aí essa questão? [“Porque razão a massa volúmica é importante nesta atividade?”]
2. Sara – Porque eu devia ter explicado porque é que utilizei este princípio, ou seja, se me foi apresentado o problema porque é que eu ia buscar a massa volúmica, porque é que eu a ia utilizar? E eu não expliquei isso. (...) Eu não, não sabia explicar. Não sabia o porquê. Sabia que era para comparar as duas grandezas porque uma era dada

em metro cúbico e outra em toneladas, mas não sabia explicar porque é que era a massa volúmica. Sabia mais ou menos, mas não sabia se era o certo, então, para não errar, não pus nada. Pronto, foi isso.

3. Inv. – Mas, vamos ver... tu percebeste, por exemplo, o que é que isto [justificando o seu uso] significava ou não?
(...)
4. Sara – Mais ou menos, porque na altura eu li, mas não... às vezes, as frases assim mais complicadas não dou tanto valor, não entendo e, então, faz de conta que já está.
(...)
5. Inv. – E o que é que te ajudou a compreender? Quando é que compreendeste?
6. Sara – A stora, quando a stora explicou.
7. Inv. – Ontem na aula?
8. Sara – Sim. (E1)

O discurso da aluna (falas 3 a 4) sugere que as indicações dos descritores que, do seu ponto de vista, estavam escritas de uma forma mais complexa ou pouco clara foram ignoradas. Não houve uma ação para as clarificar, mas uma desvalorização das mesmas. O medo de errar parece também justificar a ausência de reformulação da segunda versão face ao comentário que foi escrito na primeira (fala 2).

A discussão em sala de aula acerca dos relatórios (quando estes foram entregues aos alunos) parece ter facilitado a compreensão daquilo que era esperado (falas 5 a 8), uma vez que a Sara foi capaz de explicitar o que se pretendia (fala 2). Nos relatórios seguintes, nota-se uma preocupação em estabelecer relações entre os assuntos abordados e a atividade experimental realizada: “Através das várias experiências vamos relacionar... (...) Vamos rever... (...) nesta experiência, a energia potencial.... (...) Nesta actividade vamos considerar o sistema conservativo,... (...) iremos estudar a lei da inércia...” (R4_V1). Desta forma, parece ter havido a preocupação de ir ao encontro do que era solicitado no descritor (justificar a exploração dos princípios científicos abordados no contexto da tarefa). No entanto, por vezes, isso poderá ter contribuído para a elaboração de fundamentações teóricas com características excessivamente próximas da planificação. Para além disso, nem sempre esta forma de introduzir os temas foi coerente com a atividade realizada. Por exemplo, os alunos não estudaram a lei da inércia (como foi escrito), recorreram a ela.

Relativamente à *organização*, os assuntos, geralmente, foram apresentados ordenadamente, exceto no relatório da segunda tarefa em que os objetivos foram discriminados ao longo do texto e interligados com a fundamentação teórica. A análise do relatório-exemplo parece ter contribuído para a compreensão do que se pretende a

este nível. As falhas pontuais que se observaram foram identificadas pela aluna, nas entrevistas, sugerindo que se deveram apenas a problemas na aplicação deste critério:

1. Inv. – Repara só aqui num pormenor, vocês estavam aqui a falar, esta parte aqui, destas equações dizem a respeito a que parte do movimento?
2. Sara – A parte do, quando o projétil...
(...)
3. Inv. – E esta parte de dizer que ele vai ter um movimento retilíneo uniforme devido a lei da inércia ahh se um corpo está em repouso, continua em repouso, ou se está em movimento continua em movimento, esta parte diz respeito a que parte da trajetória?
4. Sara – A esta parte, à parte dos desenhos em que diz... ainda antes do... Refere-se antes do lançamento do projétil.
5. Inv. – Humm humm.
6. Sara – Pois...
7. Inv. – O quê? O quê que é o pois?
8. Sara – Ahhh, devia de estar as coisas por ordem, devíamos primeiro ter posto a parte do, dos movimentos, da lei e isso, e depois, então, pôr, quando já a partir de quando o projétil foi lançado. (E4)

Planificação

Estratégias. A *delineação de uma estratégia* para resolver os problemas colocados não foi fácil, principalmente nas duas primeiras tarefas, tendo em conta que a Sara não estava familiarizada com a realização de tarefas abertas:

Inv. – E relativamente à exploração aqui da tarefa das areias, como é que correu? O planificar, o fazer na prática...?

Sara – Correu um bocadinho atrapalhado.

Inv. – Então?

Sara – Porque a stora explicou, mas eu depois fiquei... porque normalmente diziam-me o que era preciso fazer, ajudavam-me a fazer e viam o que é que eu tinha que fazer e agora eu é que tenho de pensar por mim e fazer eu. E, então, foi um bocado complicado. (E1)

A estratégia adotada para colmatar estas dificuldades consistiu na solicitação de auxílio a mim e aos colegas:

Sara – Ó stora, quais é que são as estratégias que podemos utilizar? (T1_A1)

Inv. – Que dificuldades é que vocês sentiram?

Sara – Sentimos dificuldades em compreender, às vezes, o que era pedido e em compreender o que é que, o que é que havíamos de fazer por causa, porque nós ainda não tínhamos dado bem a Lei de Avogadro. Nós não sabíamos o que era e então tivemos que chamar a stora para

compreender por causa do site, que era difícil pôr a pressão equivalente e isso. (E2)

No caso da primeira tarefa, com alguma orientação (falas 1 a 5), a Sara, (em conjunto com outros alunos) conseguiu descrever, em linhas gerais, o que deveria fazer e, a partir daí, realizar a atividade de forma mais ou menos autónoma. No entanto, na segunda tarefa, à medida que a díade passava para a questão seguinte do guião, foi necessário fornecer pistas: i) relativamente à forma como poderiam explorar a simulação para dar resposta às questões (falas 6 a 11), ii) para promover a identificação da informação relevante do guião (falas 12 a 17) e, iii) a compreensão do modo como poderiam determinar o volume molar (falas 18 a 24):

1. Prof. – O que é que achas que é importante fazer de maneira a consegues responder, atingir o teu objetivo? É que num dos estaleiros dão-te o preço por metro cúbico, no outro dão-te o preço por tonelada.
2. Sara – Tenho de relacionar a tonelada com a massa.
3. Sandro – Com o metro cúbico.
(...)
4. Prof. – E com esta relação [entre massa e volume] será possível, depois, descobrir, descobrir quanto é que custa, por exemplo, uma tonelada de areia nas duas...?
5. Sara – (...) Tenho de fazer uma regra de 3 simples. (T1_A1)
6. Prof. – E vão meter o gás a que pressão?
7. Sara – Nós tínhamos posto a 630.
8. Prof. – Pronto, escolheram a pressão de 630 milímetros de mercúrio. E vão pôr sempre a 630 ou vão variar?
9. Sara – Pôr sempre, para ser sempre a mesma.
(...) (porém, continuaram a introduzir, no balão, valores iguais de massa e a medir a respetiva pressão)
10. Prof. – O Avogadro diz que a massa do gás tem de ser sempre igual?
11. Sara – Massa não. Então é isso! (T2_A1)
12. Prof. – Para termos essas condições de pressão e temperatura normal isso implica que a pressão tenha que ser...
13. Sara – A mesma...
14. Prof. – Qual, concretamente?
15. Sara – A que nós escolhemos?
16. Prof. – Qual é a pressão normal? (aponto para o parágrafo que indica o valor da pressão normal) Lê lá esse parágrafo.
17. Sara – Ah, é a de uma atmosfera. (T2_A1)
18. Prof. – Pronto, então vocês tinham 0,016 moles de hélio em que volume? Ocupavam que volume?
19. Sara e José – Em 500 mililitros.
(...)

20. Prof. – Os 0,016. Então, vocês sabem que, se tiverem uma pressão de 530 Torr, quando têm um balão de 500 mililitros, vão conseguir lá colocar 0,016 moles de Hélio, certo?
21. José – Sim.
22. Prof. – Como é que vocês sabem qual é que vai ser o volume ocupado se, em vez de terem 0,016 moles de Hélio, tiverem uma mole de hélio? O volume ocupado por um mole?
23. Sara – Então, é fazer a relação.
24. José – Fazer uma regra de três simples. (T2_A1)

Mesmo depois de terem determinado o volume ocupado por uma mole dos vários gases na pressão selecionada, não conseguiram fazer um raciocínio semelhante para recolher os dados necessários e determinar o volume molar em condições PTN (alínea 2.1), sugerindo que o sucesso alcançado na resposta à alínea 2.2. se deveu a um apoio demasiado direcionado:

- Prof. – Vocês não podem descobrir qual é o número de moles de Hélio que vão ter dentro do balão se a pressão for 760?
- Sara – Sim.
- José – Não.
- Prof. – Não podem descobrir?
- José – Podemos, mas eu não sei descobrir.
- Sara – Eu também não. (T2_A1)

Na terceira e quarta tarefas, tanto a delineação da estratégia como a sua implementação foi mais autónoma. Na terceira tarefa, a Sara conseguiu planificar, antes da aula experimental, o que iria fazer (embora a sua proposta inicial não tenha sido exatamente igual àquela que realizou experimentalmente porque não mediram a variação de temperatura num intervalo de tempo pré-definido):

- Prof. – Então o que é que têm de medir afinal?
- Sara – Temos de definir x tempo para quando, passado esse tempo sabermos qual era a temperatura e qual é o mais eficiente. (...) Nas duas experiências, com gelo e com a água. (T3_A1)

Na quarta tarefa, a Sara também conseguiu definir uma estratégia para dar resposta aos problemas colocados, no entanto, em sala de aula, mais uma vez, reajustou o caminho a seguir (falas 2 a 6) e identificou outras variáveis a testar (falas 7 a 9) em função da discussão com os colegas e comigo:

1. Sara – Então temos de ir medir a distância daqui ali [do troço horizontal].
(...)
2. Madalena – Não, não vais precisar.

3. Inv. – Então, o que é que nós vamos fazer?
4. Sandro – O que tu queres calcular é a velocidade instantânea.
(...)
5. Inv. – Como é que funciona a célula?
6. Sara – Mede o tempo que ele demora a percorrer da primeira até à segunda célula. (...) Eu nunca utilizei só com uma célula.
(...)
7. Inv. – E o que é que influencia a velocidade com que ele...
8. Madalena – A massa e a altura e a inclinação. A massa, a altura e a inclinação.
(...)
9. Sara – Ah, isso eu não pus no meu trabalho. (...) Eu só pus que a variável era a altura. (T4_A1)

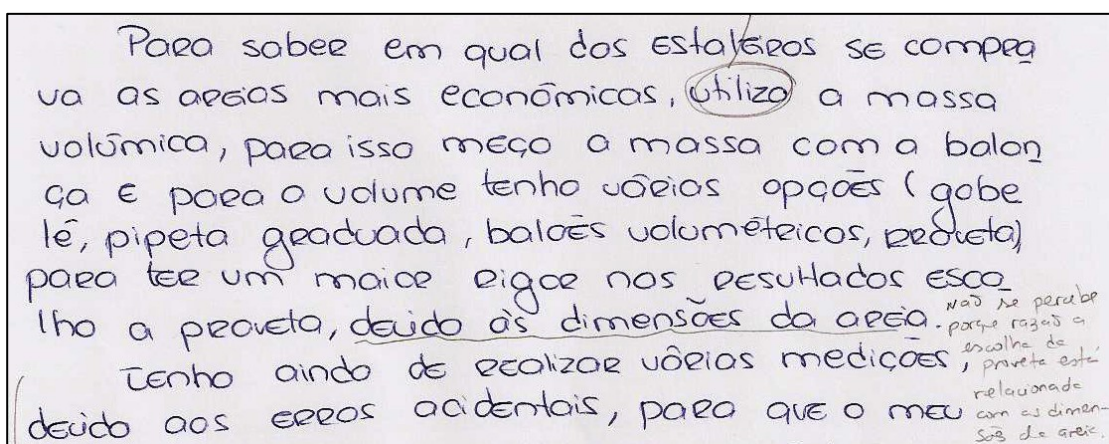
Embora compreendesse o que se pretende nesta seção do relatório (fala 3), em vários momentos a Sara demonstrou sentir dificuldade em explicar o que tinha feito (fala 4), por isso, consciente dessas dificuldades, optou, na terceira tarefa, por realizar esta parte do relatório em casa, com mais tranquilidade (fala 5):

1. Sara – A uma pressão à nossa escolha, que foi 530. Não foi? (releu o parágrafo). Através da tabela periódica, ah, calculámos a massa molar.
2. José – Não podemos dizer isso senão a mulher vai logo pôr, vai dizer que isso é, que isso é prós resul... prós, acho que é os resultados ou o procedimento.
(...)
3. Sara – Sim, mas na planificação dizes também o que é que vais fazer. (T2_A3)
4. Apresento as estratégias de maneira confusa porque eu sabia o que é que nós tínhamos feito, mas depois comecei a baralhar as contas e já não sabia bem o que é que havia de pôr primeiro e em segundo e como é que havia de explicar isso, sem ser nos resultados. Ou seja, eu sabia o que é que tinha de fazer, mas explicar o que é que tinha feito já era mais complicado. Então, depois, acabei por fazer umas confusões. (E1)
5. Sara - Planificação também é um bocadinho difícil. Não gosto muito de fazer. Fazemos já os resultados que já tá tudo feito. (T3_S1)

Em todas as tarefas emergiram dados que sugerem que a Sara sabe mais do que aquilo que efetivamente escreveu nas planificações. Por exemplo, na planificação individual da quarta tarefa, a Sara apenas indicou que seria necessário medir o intervalo de tempo, a distância e o alcance e não especificou que variáveis seriam testadas e de que forma. Porém, através da consulta das tabelas de registo de dados e do discurso da aluna durante a aula, foi possível verificar que identificou outras grandezas a medir. A

tabela inclui, por exemplo, a altura do escorrega, a massa das bolas, o comprimento do troço horizontal e o diâmetro da esfera. Estas ausências parecem dever-se à não compreensão do grau de desenvolvimento pretendido (ou desvalorização da explicação de determinados aspetos) e ainda, à dificuldade de exprimir, por escrito, as ideias.

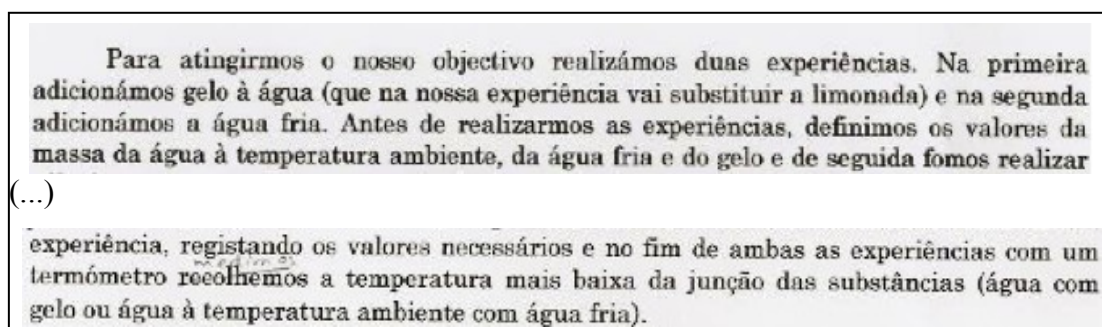
No que diz respeito à *completude e desenvolvimento*, de um modo geral, parece haver um progresso ao longo das primeiras três tarefas e, na maioria dos itens, uma regressão no relatório da quarta tarefa. No que diz respeito à *indicação das medições a realizar e à descrição da execução experimental*, no relatório da primeira tarefa a aluna indica as grandezas medidas e os instrumentos utilizados (Figura 8.4), no relatório da segunda tarefa, nunca foi referida a variável medida (a massa dos gases), no da terceira tarefa, os alunos descreveram o que fizeram e as variáveis medidas (Figura 8.5) e, no da quarta tarefa, a Sara indicou algumas variáveis medidas, como o intervalo de tempo, a distância e o alcance (Figura 8.6), embora de uma forma menos explícita e direta do que no relatório da tarefa anterior.



Para saber em qual dos estaleres se compra
va as aréias mais económicas, utilizo a massa
volumétrica, para isso meço a massa com a balan
ça e para o volume tenho várias opções (gobe
lé, pipeta graduada, balões volumétricos, provereta)
para ter um maior rigor nos resultados escol
ho a provereta, devido às dimensões da aréia.
Tenho ainda de realizar várias medições,
devido aos erros acidentais, para que o meu

Handwritten notes in the margin:
não se percebe
porque razão a
escolha da
provereta está
relacionada
com as dimen
sões da aréia.

Figura 8.4. Excerto da planificação da primeira versão do relatório da primeira tarefa



Para atingirmos o nosso objectivo realizámos duas experiências. Na primeira
adicionámos gelo à água (que na nossa experiência vai substituir a limonada) e na segunda
adicionámos a água fria. Antes de realizarmos as experiências, definimos os valores da
massa da água à temperatura ambiente, da água fria e do gelo e de seguida fomos realizar
(...)
experiência, registando os valores necessários e no fim de ambas as experiências com um
termómetro recolhemos a temperatura mais baixa da junção das substâncias (água com
gelo ou água à temperatura ambiente com água fria).

Figura 8.5. Excerto da planificação do relatório da terceira tarefa

Através dos vários alcances atingido, teremos que escolher o mais adequado para a nossa área disponível, uma vez que o espaço disponível é 20 m de comprimento e 7 m de largura.

Figura 8.6. Excerto da preparação da planificação do relatório da quarta tarefa

Relativamente ao *controlo de variáveis*, apenas nos relatórios da segunda e quarta tarefas foi abordado este aspeto. No da segunda indicaram os valores das grandezas que mantiveram constantes, apesar de não terem explicitado que houve o cuidado de controlar essas variáveis (Figura 8.7). No da quarta tarefa, no âmbito da descrição da previsão de resultados relativamente a uma das variáveis que pretendiam testar, indicaram as variáveis a controlar: “para obter o previsto [testar a influência da inclinação no alcance], é necessário manter a altura da calha e a massa do corpo” (R4_V1).

Para saber se a hipótese de Avogadro corroborar com a nossa experiência, utilizamos o balão de 500,0 mL, a temperatura de 0° C, a uma pressão à nossa escolha (530 mm Hg). Calculamos a massa molar

Figura 8.7. Excerto da planificação da primeira versão do relatório da segunda tarefa

Embora este aspeto tivesse sido discutido nas aulas e/ou nos grupos dos quais a Sara fazia parte, nem sempre foi mencionado explicitamente nos relatórios, o que aponta para a sua desvalorização (possivelmente devido à ideia de que, sendo óbvio, não seria necessário referir porque estaria implícito):

1. Simão – Temos de perguntar à stora se podemos pôr menos gelo do que água.
2. Sara – Tanto faz, só que depois temos de pôr...
3. Simão - A mesma massa entre a massa do gelo e a massa da água fria.
(...)
4. Sara – Então a massa que nós temos para a água à temperatura ambiente é 100 gramas, depois para o gelo é 50 e para a outra água 50. (T3_A1)

A *descrição dos cálculos* realizados para dar resposta ao problema, foi-se tornando cada vez mais específica e detalhada ao longo dos relatórios das primeiras três tarefas. No relatório da primeira, essa indicação foi extremamente vaga, não tendo sido indicadas as grandezas relacionadas (Figura 8.8) e o feedback escrito, na primeira

versão, não favoreceu uma melhoria, uma vez que, na segunda versão, a Sara apenas substituiu o que estava sublinhado por: “em que passo os valores para a mesma unidade de medida”.

De seguida tenho de realizar várias regras três simples em que passe os resultados para euros, para poder analisar e descobrir em qual estado comprou as areias.

A ideia de explicar como reus responder aos problemas e o problema, mas acho que se percebe?

de cima

Figura 8.8. Excerto da planificação da primeira versão do relatório da primeira tarefa

No relatório da segunda tarefa, a explicação dos cálculos realizados teve uma expressão muito mais significativa. Grande parte da planificação foi realizada com base nos cálculos. Desta vez, verifica-se que, para além de terem sido indicadas as grandezas determinadas, também foram referidas as relações estabelecidas:

1. Sara – Relacionamos ainda os mole com os miligramas para saber...
(...) Novamente tivemos de fazer a conta. Temos de dizer que, que através de... (...) Podemos começar a dizer: começámos por fazer o volume molar de, com uma pressão à nossa escolha.
2. José – (...) Então, com uma pressão à nossa escolha relacionando moles com, com o volume.
3. Sara – Relacionando o quê José?
4. José – Os moles com o volume. (T2_A3)

No relatório da terceira tarefa, a descrição dos cálculos foi ainda mais detalhada porque, para além de indicarem o quê e como determinaram (desta vez de forma mais completa e explícita), ainda justificaram alguns dos passos (Figura 8.9).

cálculos para perceber se na primeira experiência a massa do gelo era suficiente para arrefecer eficientemente a água. Calculámos então o calor que era cedido pela água à temperatura ambiente igualando ao calor que foi absorvido pelo gelo, primeiro para o fazer fundir, calculando a variação de entalpia ($\Delta H \times m$) e depois o calor que foi utilizado para arrefecer a água ($Q = m \cdot c \cdot \Delta t$). Depois de obtermos as nossas conclusões realizámos a (...)

calculamos

Se

No fim das experiências calculámos o valor da temperatura final da água após ser adicionado determinado gelo/água fria para verificarmos se ocorreram alguns erros associados às experiências. Para isso utilizámos para a primeira experiência novamente as fórmulas já usadas inicialmente mas para a segunda experiência como não havia mudança do estado físico da água fria não fomos calcular a variação de entalpia mas apenas o calor cedido pela água à temperatura ambiente igualando ao calor absorvido pela água fria, uma vez que esse calor é igual nas duas situações.

Figura 8.9. Excerto da planificação do relatório da terceira tarefa

Na planificação que preparou para o desenvolvimento do relatório da quarta tarefa, a Sara indicou alguns dos cálculos a realizar (Figura 8.10), mas a descrição não estava tão bem interligada com a atividade experimental como no relatório da tarefa anterior. Por exemplo, não clarificou se os valores de velocidade a determinar seriam médios ou instantâneos, nem os locais onde iriam ser determinados. Para além disso, indicou que teriam de fazer cálculos para verificar se havia conservação da energia mecânica, mas não explicou que cálculos seriam esses: “temos ainda que realizar os cálculos necessários, para descobrir se há variação da energia mecânica” (R4_P).

Através do tempo que o corpo demora a percorrer uma determinada distância, iremos calcular a velocidade com que este percorre o percurso horizontal e vertical através da fórmula:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

(...)

Ao longo da experiência para calcular o tempo de queda vou utilizar a fórmula, já explicada na introdução:

$$t_{queda} = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

E para determinar o alcance utilizo a fórmula:

$$X_{máx.} = v_{otqueda} \otimes X_{máx.} = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

Figura 8.10. Excerto da preparação da planificação do relatório da quarta tarefa

Embora os comentários escritos em relação à descrição dos cálculos realizados, de um modo geral, não tenham conduzido, nas segundas versões, às melhorias esperadas, as discussões em sala de aula e nas entrevistas parecem ter facilitado a identificação das lacunas nos relatórios realizados potenciando um maior sucesso nos relatórios subsequentes. Por exemplo, no relatório da segunda tarefa, os alunos indicaram frequentemente que relacionaram a variável x com a y mas, geralmente, não explicaram exatamente como as relacionaram. Todavia, o facto de terem tomado consciência desta situação parece ter contribuído para uma maior qualidade do relatório da terceira tarefa (Figura 8.9):

Nós fizemos as contas só que, depois, dizer o que é que fomos calcular é mais difícil. Então, metemos que era relacionar as coisas, nem sabíamos bem explicar o que é que tínhamos feito. (E2)

Nos relatórios das duas últimas tarefas, a Sara optou por indicar as expressões matemáticas utilizadas, em vez de apenas explicar os cálculos realizados descritivamente. Talvez esta tenha sido uma estratégia adotada com o intuito de contornar as dificuldades de expressão escrita (e consequentes falhas de rigor).

A regressão que se verificou entre o relatório da terceira e da quarta tarefa, tanto em relação a este item, como à explicação do que iriam fazer experimentalmente pode estar relacionada com o facto de se ter solicitado a entrega de uma planificação escrita prévia. As características da planificação que constou no relatório da quarta tarefa são diferentes das que foram realizadas após as atividades experimentais. Nas planificações das primeiras três tarefas a descrição foi feita, passo a passo, seguindo a ordem pela qual as várias etapas foram desenvolvidas, enquanto na última tarefa essa descrição foi mais geral. Assim, a incerteza relativamente ao que iriam fazer e as poucas reformulações realizadas após a atividade experimental parecem explicar esta regressão.

No que diz respeito à *explicitação da forma como os resultados seriam utilizados para dar uma resposta ao problema*, parece ter havido algum progresso ao longo do estudo. No relatório da primeira tarefa, a Sara referiu que o preço determinado permitiria identificar o estaleiro que vendia as areias mais baratas (“em que passe os resultados para euros, para poder analisar e descobrir em qual estaleiro compraria as areias”) e como poderia concluir se algumas das areias poderia ser constituída apenas por quartzo (“comparo a massa volúmica do quartzo com o das duas areias para saber se estas são compostas por 100% quartzo”). Dado que não foi especificado de que forma essa comparação permitira chegar a uma conclusão fez o seguinte comentário: “Em que situação poderás sugerir que a areia é constituída apenas por quartzo?” mas, apesar de saber a resposta, a Sara apenas acrescentou, na segunda versão: “comparando os valores tabelados em relação ao quartzo”. Justifica este facto com a dificuldade que tem em explicar, por escrito, as suas ideias:

Sara – Ao nós sabermos a densidade do quartzo, a tabelada, e sabíamos as das duas areais, nós íamos comparar, ou seja, íamos ver se tinha igual massa [volúmica], para sabermos se tinham igual densidade e igual... e tinham a mesma constituição.

Inv. – E disseste isso?

Sara – Não, não disse. Isto é difícil de exp... de escrever. (E1)

No relatório da segunda tarefa, a Sara já explicitou que era necessário verificar se os valores obtidos relativamente ao número de partículas dentro do balão eram semelhantes: “vamos comparar os resultados obtidos a fim de perceber se todos os resultados são iguais ou parecidos” (R2_V1). Todavia, esta especificidade e clareza não se aplicou à segunda questão-problema: “através destes cálculos chegamos a conclusão de qual a relação entre as diferentes substâncias no estado gasoso, do seu volume molar, se a pressão variar” (R2_V1).

No relatório da terceira tarefa, referiram a razão pela qual fizeram a previsão da temperatura final: “No fim das experiências calculámos o valor da temperatura final da água após ser adicionado determinado/a gelo/água fria para verificarmos se ocorreram alguns erros associados às experiências” (R3). E, no relatório da quarta tarefa, mostrou como poderiam retirar conclusões acerca do tipo de sistema (conservativo ou não) a partir dos resultados obtidos, embora não tivesse indicado a utilização a dar aos valores teóricos do alcance: “[Se] a energia se manter constante desde o ponto em que o corpo é lançado até ao final do percurso, pode-se considerar o sistema conservativo (desprezamos os atritos), por outro lado se existir variação de energia mecânica, é porque existem forças de atrito, que se opõem ao movimento e não podemos considerar o sistema isolado” (R4_P). Assim, ao contrário do que se verificou no relatório da primeira tarefa, foi indicada qual a interpretação a fazer com a comparação dos valores, neste caso da energia mecânica no início e no fim do percurso.

A tarefa em que foram colocadas mais dúvidas (a segunda) coincidiu com a planificação de pior qualidade na globalidade, o que poderá sugerir dificuldades na compreensão do que foi realizado e consequentemente na sua explicação. Para além disso, esta foi a única tarefa em que a totalidade do relatório foi realizado na aula, logo a falta de tempo também poderá ter contribuído para este fraco desempenho. A própria aluna sentiu-se insatisfeita com a sua produção, mas as restrições de tempo impossibilitaram a sua reformulação (antes da entrega da primeira versão):

Prof. – Leiam outra vez e corrijam aquilo que acham que não está do vosso agrado.

Sara – Não temos tempo. (T2_A3)

No que concerne à *indicação de estratégias alternativas*, a Sara, de um modo geral, demonstrou ter alguma dificuldade em delinear mais do que um método para responder aos problemas colocados. Na primeira tarefa, embora eu tenha dado um

exemplo de uma situação que poderia ser resolvida através da utilização de diferentes técnicas de separação de misturas, a Sara demonstrou dificuldade em transpô-lo para a realidade daquela tarefa em particular: “Ó stora, mas isto com esta atividade é mais difícil” (T1_A1).

A discussão em sala de aula durante o desenvolvimento da primeira tarefa sobre os vários instrumentos que poderiam ser utilizados para medir o volume da areia parece ter levado a aluna a considerar que estas diferentes opções constituíam diferentes estratégias a utilizar. Na primeira versão, indicou vários instrumentos e apresentou, justificadamente, a sua escolha (Figura 8.4) mas, apenas na segunda versão indicou as razões que a levaram a desistir dos outros instrumentos: “Para ter um maior rigor nos resultados escolho a proveta porque o gobelé é um instrumento com pouca precisão e uma pipeta não é muito adequada para medir o volume da areia (sólido) pois adequa-se mais á medição do volume de líquidos” (R1_V2). Assim, o comentário escrito (Figura 8.4) parece ter fomentado uma melhor argumentação.

A conceção de que a utilização de diferentes instrumentos de medição corresponde à utilização de diferentes estratégias parece ter-se alterado na sequência da discussão realizada, na véspera da entrevista, aquando da entrega dos relatórios aos alunos:

Sara - Não pus várias estratégias, só pus uma (...) Não pus as duas coisas, ou seja, as duas estratégias que podia ter... o porquê de escolher uma ou não outra porque pensava que era o aparelho que nós usávamos para medir o volume, pensava que era o gobelé, pipeta... e não sabia que era mesmo outra estratégia, então pus [nível] 3, mas, afinal, não.

Inv. – Ok, então consideraste aqui o facto de apresentares várias opções com instrumentos de medida que aí já estarias a apresentar várias estratégias, por isso é que indicaste o nível 3.

Sara – E como expliquei o porquê pensava que estava a fazer bem. (E1)

Assim, a Sara acabou por apresentar estratégias alternativas apenas no relatório da quarta tarefa. Quer o trabalho que desenvolveu (Figura 8.11), quer a justificação que apresentou para o facto de ter explicado porque desistiu das outras estratégias para medir (indiretamente) os valores de velocidade apontam para a compreensão e valorização do que é pretendido:

Madalena – Mas tu tens de dizer porque é que não utilizaste umas coisas.

Sara – Tens de dizer porque é que excluístes algumas estratégias.
(T4_A1)

distância, enquanto que se utilizássemos os cronómetros, iríamos obter dados com muitas incorrecções, uma vez que o intervalo de tempo a medir é muito curto. O sensor de luminosidade apesar de ser muito mais exacto que os cronómetros, ainda pode apresentar algumas incorrecções, porque o corpo ao passar pelo sensor, interrompe o feixe de luz, provindo do candeeiro e a intensidade da luz diminui, mas através da visualização do gráfico no CBL poderá haver falhas aquando a passagem pelo corpo no sensor e será gasto mais tempo, enquanto que com o sensor é mais rápido.

Figura 8.11. Excerto da preparação da planificação do relatório da quarta tarefa

Na segunda tarefa, a díade sugeriu (oralmente) uma estratégia alternativa para responder à alínea 2.1. e apresentou esse cálculo na primeira versão do relatório (Figura 8.12):

$$31250 \text{ ml} \rightarrow 530 \text{ mm Hg} \quad x = 448.1 \text{ mm Hg} \quad 2$$

Figura 8.12. Excerto do tratamento de dados da primeira versão do relatório da segunda tarefa

Não obstante ter sido feito um comentário que sugeria a explicitação desta estratégia (“Com os dados que recolheram para o árgon, o cloro e depois de efectuarem os cálculos continuam a pensar que o V_m e a pressão são grandezas directamente proporcionais? Atenção, vocês pensaram em 2 estratégias para determinar o V_m em condições PTN. Devem falar sobre as 2 na vossa planificação”), os alunos não o fizeram na segunda versão e deixaram de contemplar este cálculo no tratamento de dados. Este facto aponta para uma desvalorização da apresentação de estratégias que não constituem caminhos válidos para responder às questões.

Previsão de resultados. Tanto no relatório da terceira, como no da quarta tarefa, a planificação incluiu uma previsão *qualitativa* dos resultados. Na terceira tarefa, a Sara previu corretamente que a junção do gelo permitiria reduzir mais a temperatura da limonada do que a junção de água a zero graus Celcius. Esta previsão baseou-se nos conhecimentos científicos adquiridos na aula e foi devidamente justificada no relatório:

Naquele TPC que nós ah tivemos a fazer, que era para prepararmos a atividade experimental...Eu também cheguei à conclusão que era o gelo, pus lá que era, só que foi pela matéria que tínhamos dado. (E3)

Previmos que a maneira mais eficaz de arrefecer a água fosse juntando gelo, uma vez que a mudança de estado físico do gelo, de sólido para líquido iria absorver energia vinda da água à temperatura ambiente que consequentemente iria arrefecer. (R3)

Na quarta tarefa, ao contrário do que se verificou relativamente à influência da altura do escorrega, a previsão da influência da massa no alcance dos corpos baseou-se numa ideia de senso comum: “Vai a um exemplo na vida real. (...) Imagina que tens um escorrega. Tens um gordo e tens uma criança magrinha. Qual é a que atinge mais velocidade?” (T4_A1). Assim, das três previsões que foram feitas, duas basearam-se no conhecimento científico e, nesses casos, foram devidamente argumentadas, mas uma baseou-se numa ideia de senso comum, não tendo sido indicada a razão pela qual um corpo de menor massa adquire uma menor velocidade ao longo da rampa.

A nível *quantitativo*, na terceira tarefa emergiram dificuldades na tradução analítica dos conceitos, leis (e equações) aos fenómenos estudados e na compreensão do significado de cada uma das variáveis das equações quando aplicadas às situações físicas estudadas (fala 8 a 10). Consciente dessas dificuldades, a Sara solicitou o meu auxílio (fala 5) e o dos colegas de grupo (fala 1), tendo realizado corretamente a maioria dos cálculos. Porém, o feedback oral e a partilha de ideias com os colegas nem sempre promoveu a compreensão daquilo que foi apresentado no relatório (falas 7 e 13) e, talvez também por isso, ela tenha sentido a necessidade de validar o que ia fazendo (fala 11):

1. Sara – Mas, então onde é que está o calor? (...) Já sei, já sei. (...) É assim, olha, metes 4186, é 186, não é? Vezes os 100 gramas vezes a temperatura final menos 21. E agora metes isto em incógnita.
2. Camila – Sim, mas e o Q?
3. Sara – Não precisas de saber porque é igual. O calor que a água cede é igual à que absorve.
(...)
4. Prof. – Pronto. E agora? Tens aí duas incógnitas. Não sabem nem quanto é que é o calor cedido pela água nem sabem quanto é que é a temperatura final.
5. Sara – Como é que fazemos?
6. Prof. – Mas o Simão já arranjou aqui uma maneira de não precisarmos desse valor. Ele já igualou. (T3_A1)
7. Agora já percebo, mas antes não percebia, porque é que nós dizíamos que o calor... ah, porque que é que nós igualávamos... Porque é que deixávamos de ter o calor e passávamos a ter só a expressão, eu não conseguia entender bem. (E3)

8. Sara – Ó stora aquilo é a capacidade térmica mássica do quê?
9. Simão – Da água.
10. Sara – Daquele lado?
(...)
11. Sara – Eu acho que tá aqui alguma coisa mal, de certeza. Isto tá bem assim?
12. Prof. – Sim, está bem. Agora é desenvolver. Mas porque é que achavas que estava ali uma coisa mal?
13. Sara – Não sei. Não estou a perceber o que é que eu estou a fazer.
(T3_A1)

No que diz respeito aos cálculos analíticos emergiram também algumas dificuldades. Foi necessário fazer algumas correções e dar algumas pistas sobre as reduções (falas 1 a 5) e a aplicação das propriedades da multiplicação (falas 6 a 9) para que determinasse corretamente os valores da temperatura de equilíbrio:

1. Prof. – Aqui não é 0,5, é 0,05, não é?
(...)
2. Prof. – Mas olha, isto aqui não está em Joules?
3. Sara – Está.
4. Prof. – E isto aqui estás a pôr em quilojoules, não estás?
5. Sara – Estou.
6. Prof. – Não podem fazer isto, pois não? (fiz um paralelismo:) 3 mais dois x não é a mesma coisa que 5x, ou é?
7. Sara – (suspira). Ah, stora. (T3_A1)

Na quarta tarefa, a Sara determinou corretamente a velocidade instantânea da esfera à saída da calha nas quatro situações estudadas, mas substituiu incorretamente a altura na expressão do tempo de queda (colocou a altura do topo da calha relativamente à base, em vez da altura do troço horizontal ao chão). Como nesta tarefa não colocaram qualquer questão em relação à substituição desta variável, acabaram por apresentar um erro na determinação do alcance teórico.

No que diz respeito ao *rigor*, saliento a preocupação da Sara em apresentar corretamente a igualdade entre o valor absoluto do calor cedido e absorvido, questionando de que modo o deveria fazer. Para além disso, tanto na terceira, como na quarta tarefa, teve o cuidado de não arredondar os valores aquando a sua substituição nas expressões analíticas:

- Sara – Então, metemos assim como ele, em módulo ou como é que é?
Prof. – Pronto, ou metem em módulo ou metem um menos antes.

Camila – Vais pôr os números todos?

Sara – Vou, senão a gente comete muitos erros. (T3_A1)

Na segunda tarefa, a Sara, inicialmente (antes de ser alertada para não o fazer através de feedback oral), tinha arredondado os valores das medições ao longo da realização dos cálculos mas, neste relatório não o fez, estando consciente das razões que justificam este procedimento. Porém, no que diz respeito aos algarismos significativos, a Sara (e o seu grupo) não tiveram em conta as aprendizagens realizadas no início do 10.º ano de escolaridade relativamente às regras a aplicar nos cálculos, mesmo quando incentivados a considerá-las. Apesar do comentário feito na primeira versão do relatório da quarta tarefa, na segunda versão, os valores do alcance foram apresentados com o número de casas decimais que as alunas consideraram adequado: “Atenção ao número de algarismos significativos com que devem apresentar os vossos resultados [leitura do comentário]. (...) Então deixa-se com duas casas né, é melhor, ou três. Então fica, para aí...” (T4_S1).

Procedimento

Descrição dos passos. Na primeira tarefa, a forma como deveria ser realizado o procedimento e a necessidade de incluir, ou não, justificações relativamente a cada um dos passos suscitou dúvidas a um grupo de alunos do qual a Sara fazia parte:

1. Sandro – O que é que a gente escreve no procedimento?
2. Prof. – No procedimento é exatamente aquilo que fizeram, passo por passo, sem indicar os resultados. É só dizer medi isto, fiz isto, juntei isto, enchi aquilo...
3. Sandro – Não se tem de dizer porquê?
4. Prof. – Não é preciso dizer porquê. É só o que fizeram, pela ordem que fizeram, de maneira a que uma pessoa que fosse ler isso conseguisse fazer exatamente o que vocês fizeram.
5. Sara – Ó stora, nos procedimentos podemos pôr: primeiro, segundo, terceiro.
6. Prof. – Podem pôr. (T1_A2)

As dúvidas surgiram, não só, em relação à *argumentação* (fala 3), como também ao modo de organizar a descrição dos passos (fala 5). Embora a Sara tenha pedido esclarecimentos em relação à possibilidade de descrever os passos em tópicos, não procedeu do mesmo modo relativamente a outras dúvidas que tinha:

Nos procedimentos, baralhei-me um bocado porque não sabia bem se, mais ou menos, a pessoa podia pôr, se metia no plural ou no singular,

não sabia bem a ordem que devia pôr. E, depois, eu enganei-me a fazer na prática, porque primeiro pus a areia, em vez de medir primeiro só o, a proveta. Enganei-me e, depois, já não sabia se havia de pôr o erro que tinha posto ou se punha bem. Fiquei assim um bocado baralhada. (E1)

As várias produções e as transcrições das interações com os colegas sugerem que a Sara teve em conta as orientações fornecidas, uma vez que não explicou porque fez cada um dos passos, apenas os descreveu (Figura 8.13).

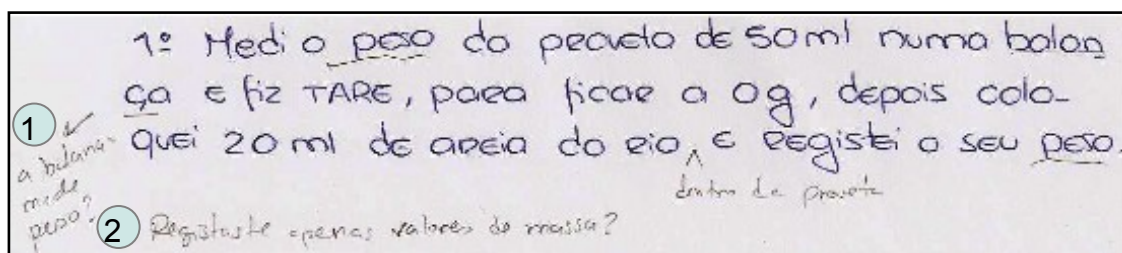


Figura 8.13. Excerto do procedimento da primeira versão do relatório da primeira tarefa

Para o *desenvolvimento* do procedimento no relatório da segunda tarefa, os alunos parecem ter procurado recorrer ao relatório anterior, no entanto a Sara indicou que sentiram dificuldade em transpor o procedimento que tinham elaborado nesse relatório porque nesta tarefa não tinham realizado uma atividade laboratorial:

Sara - No procedimento nós, como olhámos para o outro, e tínhamos feito a prática mesmo foi mais fácil porque nós dissemos: fizemos aquilo, depois tirámos, depois pusemos, depois... E neste era mais complicado porque nós não sabíamos se havíamos de dizer o que tínhamos feito, o que tínhamos feito sem ser, tivemos dificuldade. Eu não sei explicar.

Inv. – Em transpor uma coisa que foi na prática para uma situação diferente.

Sara – Exato. (E2)

Assim, o facto de a natureza do trabalho desenvolvido na segunda tarefa ser diferente do da primeira parece justificar o fraco contributo do exemplo do relatório da tarefa anterior. Os alunos não pormenorizaram os passos realizados durante a exploração da simulação, por isso fiz o seguinte comentário escrito na primeira versão: “Podem começar por dizer: Retirámos o gás do balão carregando na tecla remove gás; colocámos a balança a 0,0 g, carregando na tecla tare...” Na segunda versão, substituíram o primeiro passo por:

1. Carregámos num gás e enchemos o balão de 500.0 mL até obtermos a pressão escolhida (530 mmHg), para isso carregamos na tecla “adicionar” e registámos a massa ocupada por esse gás no balão.
2. Repetimos este passo para todos os gases fornecidos, carregando na tecla “remover gás”. (R2_V2)

Esta alteração constituiu uma melhoria porque o modo como utilizaram a simulação tornou-se mais claro. A Sara indicou que utilizaram os exemplos que foram dados para descrever os passos que tinham realizado, adaptando-os de forma a descrever de forma fidedigna o que fizeram, e, mais uma vez, recorreram ao exemplo do relatório da primeira tarefa. A impossibilidade de consultar novamente a simulação parece ter condicionado uma descrição mais pormenorizada:

Tentámos pôr mais parecido com o outro [relatório da primeira tarefa]. Só que aqui era diferente. (...) A stora também pôs aqui, emendou aqui certas coisas, a dizer para nós pormos aquilo, remover gás, pôr... e nós não achávamos lá muito bem que era isso que tínhamos de pôr. (...) Não tinha sido bem isso que nós tínhamos feito. Então, nós resolvemos pôr outras coisas mais ou menos do mesmo género, mas diferente. (...) Percebemos que era mesmo o que é que tínhamos feito; dizer carregámos ali, fizemos aquilo, verificámos aquilo e não tínhamos feito. (...)

Falta passos. Falta porque como não tínhamos também o, não pudemos ir ao programa, aquela parte do remover gás e adicionar gás nós não sabíamos se era assim que se dizia (...) esquecemo-nos de pôr alguns passos e exemplificar melhor os passos, pôr mais aprofundadamente. Nós metemos assim mais geral. (E2)

Na terceira tarefa, uma vez que a Sara não presenciou/colaborou na realização de todo o procedimento experimental (devido à divisão de tarefas entre os elementos do grupo), recorreu ao auxílio da colega para relembrar os passos realizados e a sua sequência (fala 1). Ela procurou fazer uma descrição completa (falas 3; 5 a 7), mas, por vezes, teve dificuldade em exprimir-se, recorrendo, por isso, à ajuda da colega (fala 10):

1. Sara - Foi primeiro a do gelo que a gente fez?
(...)
2. Camila – Primeiro enchemos o gobelé com água e depois fomos medir a massa deste. (...) E fomos ver a temperatura dele, tirando notas.
3. Sara – Então, primeiro medimos a massa do (foi escrevendo) (...) A massa da água, mas temos de dizer que medimos a temperatura da água porque nós tínhamos medido.
4. Camila – Sim, mas primeiro, medimos a massa da água à temperatura ambiente.
(...)

5. Sara – Medimos a temperatura. Medimos com o termómetro? Ou não é preciso?
6. Camila – Não é preciso.
7. Sara – (escreve e lê) Com o termómetro.
(...)
8. Sara – Depois, então, colocámos o gelo, não, medimos o gelo.
9. Camila – Medimos, metemos o gobelé com água lá, e depois é que metemos Tare e metemos o gelo. Portanto é isso que tens de escrever.
10. Sara – Então metemos como? (T3_S1)

Ao longo da descrição dos passos, surgiram dúvidas sobre a necessidade de referir os valores de temperatura medidos (fala 1) e de massa de gelo e de água fria adicionados (fala 7). A estratégia adotada para tomar uma decisão passou essencialmente pela consulta do relatório-exemplo (falas 2 a 4) e da rúbrica (fala 5):

1. Sara – Aqui não precisamos de pôr as medidas pois não?
2. Camila – Acho que não. Não tens aí o outro?
3. Sara – Pede aí a elas.
(consultaram o procedimento do relatório-exemplo)
4. Sara – Não tem medidas nenhuma.
5. Camila – Aqui [rúbrica] não diz nada?
6. Camila – Adicionámos...
7. Sara – Não temos de dizer valores? O que é que achas? Como é que fazias o ano passado? Já nem sabes.
8. Camila – Pá, eu o ano passado não fazia (...)
9. Sara – Adicionámos o gelo na medida...
10. Camila – Não, adicionámos 53 gramas de gelo. (T3_S1)

No que diz respeito aos valores medidos, o facto de estes não terem sido mencionados no relatório-exemplo e de a rúbrica não indicar a necessidade de os incluir parece ter conduzido à sua omissão. Quanto aos valores de massa, a decisão de os incluir parece ter-se baseado em padrões autoimpostos, isto é, a falta de orientação levou-as a decidir de acordo com o modo como consideravam que ficaria melhor.

Assim, o recurso a exemplos pode contribuir para que a produção vá ao encontro do esperado, no entanto, não garante que os alunos estejam seguros e compreendam as razões pelas quais devem fazer de uma determinada forma. O exemplo pode ser utilizado como um elemento a imitar. Aliás, parece ter sido isso que ocorreu, uma vez que as alunas decidiram refazer esta parte do relatório (escrever em texto o que tinham descrito por tópicos) depois de consultarem o relatório-exemplo fornecido (Figura 8.14): “Fizemos em tópicos, só que depois, como aquele relatório-guia estava feito em

extenso, nós achámos que ficava mais organizado e resolvemos fazer igual. Então foi só passar para extenso” (E3).

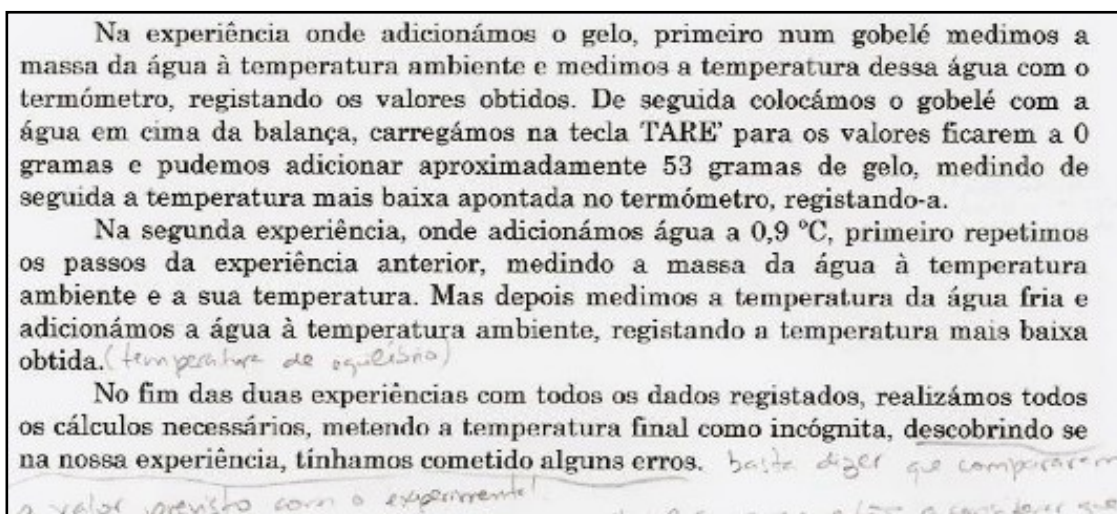


Figura 8.14. Procedimento do relatório da terceira tarefa

Ao longo do tempo, possivelmente em virtude dos comentários escritos nos primeiros relatórios (como é exemplificado no segundo comentário da Figura 8.13), parece ter havido uma maior preocupação relativamente ao desenvolvimento: na explicitação de todas as grandezas medidas e indicação de todos os registos realizados.

No que diz respeito à *seleção de conteúdos*, os relatórios das duas primeiras tarefas incluíram, para além da descrição dos passos realizados experimentalmente, aqueles que foram concretizados no tratamento de dados (Figura 8.15). O feedback escrito (na primeira versão do relatório da primeira tarefa)¹ e o oral (fornecido durante o desenvolvimento do relatório da segunda tarefa)² não promoveram a exclusão da descrição dos cálculos realizados:

1. A parte do procedimento destina-se mais à parte prática, já que na planificação explicaram como pretendiam dar resposta aos problemas. (R1_V1)
2. No procedimento falem só mais da parte da simulação, da parte específica da simulação, ok? Tal como na outra atividade das areias, na planificação vocês têm de explicar, de um modo geral, tudo o que fizeram para dar resposta ao vosso problema, mas, na parte do procedimento, falar mais da parte prática. Aqui a parte prática foi a parte da simulação. Ok? (T2_A3)

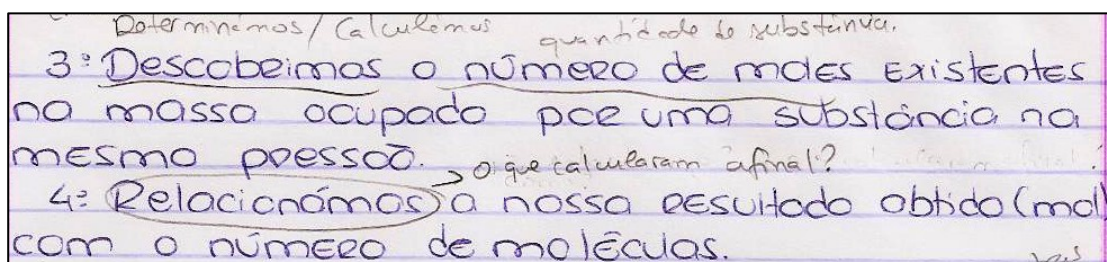


Figura 8.15. Excerto do procedimento da primeira versão do relatório da segunda tarefa

Para além do feedback não ter sido totalmente claro já que a palavra “mais” não transmite a ideia de exclusividade (a indicação apenas dos passos realizados experimentalmente), o facto de terem sido feitos comentários escritos nas primeiras versões dos relatórios das duas primeiras tarefas a solicitar a clarificação ou a melhoria do rigor de tópicos que não se pretendia que estivessem presentes não terá favorecido a compreensão do que era pretendido.

Nos relatórios da terceira e quarta tarefa o procedimento incidia fundamentalmente na parte experimental. Visto que este relatório foi realizado após a entrega e análise do relatório-exemplo (que também focou primordialmente a descrição dos passos experimentais), podemos sugerir que este instrumento (e a sua análise) pode ter tido um papel importante na compreensão do que é pretendido.

Esquema ilustrativo. Ao longo do desenvolvimento da duas primeiras tarefas, não existe qualquer evidência de que o esquema ilustrativo tivesse sido tema de discussão entre os alunos, nem me foi colocada qualquer questão acerca desta parte do relatório. Assim, esta parte parece ter sido pouco compreendida e/ou valorizada por esta aluna, uma vez que não apresentou qualquer esquema nos relatórios destas duas tarefas, ainda que tivesse sido feito um comentário escrito na primeira versão do relatório da segunda tarefa nesse sentido. O facto de não compreenderem qual o tipo de esquema pretendido e como organizá-lo parece justificar a sua ausência:

“Um esquema da simulação facultava [facilitava] a compreensão do problema, não acham?” Acho que sim, acho que o esquema ajudava (...) Nós pensámos: se nós já não tínhamos conseguido fazer isso bem [descrição dos passos], nós com o esquema... Nós nem nos lembrámos de fazer como a Luísa fez [exemplo apresentado no relatório-exemplo] (...) Porque não íamos conseguir fazer como deve ser, ia ficar tudo, ia ser uma invenção e, então, preferimos não fazer o esquema. (E2)

O esquema apresentado no relatório-exemplo parece ter tido um papel muito importante na compreensão do que se pretendia. Por um lado, porque apenas os

relatórios realizados após a entrega e análise deste exemplo passaram a incluir um esquema e, por outro, porque existe evidência do recurso a este instrumento para a realização do esquema da terceira tarefa: “Olha, como tá aqui este é que a gente podia fazer, que eu acho que ficou bueda bem” (T3_S1). Partindo desse exemplo e relembando as orientações do descritor da rubrica, a Sara procurou adaptar a ideia à nova tarefa, sugerindo a elaboração de dois esquemas, um para cada experiência, cada um deles com dois passos, ilustrando adequadamente o procedimento:

Então, o esquema da simulação. Então como é que a gente faz o esquema se são dois? Temos de fazer duas experiências.

(...)

“Incluo um esquema adequado, devidamente identificado e legendado para ilustrar o procedimento” (leitura da rubrica). Podíamos pôr agora numa experiência o passo um e o passo dois. No passo um metíamos uma balança com a água e com o gelo e no passo dois já só o gobelé com a água e com o gelo e com o termómetro. (T3_S1)

Também na quarta tarefa, a Sara voltou a ser capaz de elaborar autonomamente um esquema. A sua preparação incluiu um com a ilustração da calha utilizada, legendado, mas sem a representação da trajetória da bola (Figura 8.16).

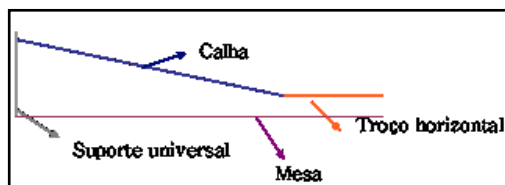


Figura 8.16. Esquema ilustrativo do procedimento apresentado na preparação do relatório da quarta tarefa

Registo e tratamento de dados

Registo de dados. Ao longo das quatro tarefas, a Sara nem sempre demonstrou ter facilidade a fazer leituras e a identificar as incertezas de leitura. Na primeira tarefa mediu autonomamente a massa e o volume, mas, na segunda, pediu o meu auxílio para compreender de que modo poderia fazer leituras no manómetro (falas 1 a 3) e identificou incorretamente a menor divisão da escala (fala 5):

1. Sara – (lê a explicação relativa à leitura da pressão)... entre os dois braços do tubo em U?
(...)
2. Prof. – Então metam lá um bocadinho de gás dentro do balão só para

nós... (...) Então como é que se lê a pressão? Leiam lá bem o que está aí nesse parágrafo.

(...)

3. Sara – É a diferença. É a diferença entre esta e esta.

4. Prof. – Quanto é que é a menor divisão da escala?

5. Sara – É cinco. [Porém, era 20] (T2_A1)

Na terceira tarefa voltou a demonstrar dificuldades na identificação da menor divisão da escala do termómetro analógico, na medição dos valores de temperatura e nas determinações das incertezas absolutas de leitura, solicitando o meu auxílio e o dos colegas:

1. Sara – Tá no vinte vírgula, sei lá, eu não sei ver isso. Ó Camila, vê lá. (...) Agora já dá 21.

2. Camila – 21,02.

3. Sara – (...) Ó stora, qual é o erro daquilo, do termómetro? (...) Então como é que [a menor divisão da escala] é 0,2 se isso vai de um em um? (...) Mas como é que é 0,2? Não tou a entender!

4. Sara – Isto [a medição da massa] não tem erro? Não metemos o erro?

5. Prof. – Metem o erro.

6. Sara – É qual? 0,1?

(...)

7. Prof. – Da balança não é 0,1. (T3_A1)

Na quarta tarefa as leituras de comprimento, massa e intervalo de tempo foram realizadas autonomamente pelos alunos, no entanto, não mediram a altura da mesa (fim do troço horizontal da calha) ao chão. Assim sendo, foram sempre efetuadas todas as medições necessárias exceto na quarta tarefa. Ainda no que diz respeito à *completude*, foram registados, nos relatórios, todos os valores das grandezas medidas, o nome dessas grandezas e as respetivas unidades, mas apenas no relatório da terceira tarefa foram incluídas as incertezas absolutas de leitura (possivelmente devido a ter sido salientado por mim, a necessidade de as indicar), o que aponta para uma certa desvalorização deste aspeto.

No que diz respeito à *organização*, o recurso a tabelas foi, desde o início, valorizado pela Sara, tendo em conta que todos os relatórios apresentaram o registo de dados dessa forma, mas só a partir do relatório da terceira tarefa passou a existir uma total separação entre o registo e o tratamento de dados. No relatório da primeira tarefa o registo e parte do tratamento de dados foram realizados numa mesma tabela. Embora tenha salientado, na primeira entrevista, a necessidade de os separar (fala 1), quando

começaram a elaborar a secção dos resultados do relatório da segunda tarefa, parecia não haver intenção de o fazer, uma vez que, por um lado, a Sara referiu ter dificuldade em organizar uma tabela com todos os resultados, solicitando auxílio (fala 3) e, por outro, apenas acrescentou o subtítulo “registo de dados” depois de eu ter lembrado que deveriam separar estas duas partes (falas 4 a 6):

1. Inv. – Vocês devem separar aquilo que vocês medem, ok? Uma coisa é aquilo que tu registas diretamente, outra coisa são os resultados que vocês obtêm a partir de cálculos - já é um tratamento dos dados (...), portanto isso deve estar separado, está bem?
2. Sara - Está bem. (E1)
3. Sara – Resultados. Olha, agora fazemos uma tabela. Boa? (...) Olha, como é que eu faço esta coisa? A tabela? (...) Vai ser um bocado complicado fazer uma tabela disto.
4. Prof. – Uma tabela para quê, para os resultados? Não se esqueçam que os vossos resultados estão subdivididos em duas partes: registo de dados, que são as vossas medições ou observações. Aquilo que vocês medem diretamente ou observam e o tratamento de dados são os cálculos que vocês fizeram a partir dos dados que vocês registaram.
(...)
5. Prof. – Então, mas porque é que estás a apagar a tabela?
6. Sara – Que é para pôr registo de dados. (T2_A3)

Quando questionada sobre o que deveria constar na tabela do registo de dados, uma das grandezas indicadas era direta (a pressão), mas a outra não (a massa molar):

Prof. – Mediram valores de quê?

Sara – Pressão, massa molar.

Prof. – Mediram (ênfase no mediram) a massa molar?

Sara – Não. (T2_A3)

A distinção entre medidas diretas e indiretas e o que deveria constar na parte do registo e do tratamento de dados parece ter sido favorecido pelo feedback fornecido, uma vez que foram registadas apenas medidas diretas na tabela do registo de dados deste relatório e dos seguintes. Na quarta tarefa existe, inclusivamente, evidência de que esta separação foi consciente e intencional: "É assim, eu construí duas tabelas, duas de métodos diretos e duas de indiretos" (T4_A1).

Ainda que o registo e o tratamento de dados tivesse passado a ser apresentado separadamente, a dificuldade em conceber uma única tabela para registar todas as medidas realizadas não parece ter sido totalmente ultrapassada. No relatório da segunda

tarefa, face à ausência do registo dos valores medidos em condições PTN nesta secção (foram registados de forma integrada com o tratamento de dados), fiz o seguinte comentário: “Vocês não registaram a massa de alguns gases em condições PTN?”. Na segunda versão, o registo dessas medidas passou a constar na secção do registo de dados, todavia, não se observou uma reestruturação da tabela apresentada na primeira versão. As medidas foram registadas à parte (Figura 8.17).

Registo de dados

1. **Dados obtidos**
Registo dos valores de massa do gás presente no balão

Gás	Pressão (mm Hg)	Massa (g)	Volume (mL)
Oxigénio	530	0,499	500
Hélio		0,062	
Azoto		0,437	
Néon		0,313	
Cloro		0,1099	
Árgon		0,619	

a corlog = que registaram este valor correctamente

2.1. **Pressão de 760 mm Hg (PTN)**

Gás	Massa(g)
Árgon	0.855
Cloro	1.574

Pôbram ler corretado nome na tabela.

Figura 8.17. Registo de dados da segunda versão do relatório da segunda tarefa

No relatório da quarta tarefa, as medidas diretas foram apresentadas em duas tabelas distintas. Atendendo a que os valores de intervalo de tempo registados na segunda tabela estavam relacionados com os valores das variáveis que constavam na primeira e ambas incluíam apenas medidas diretas, fiz o seguinte comentário: “Porque não incluir estas medidas que também são directas na tabela anterior? (podem melhorar a organização)”. Na segunda versão, apresentaram apenas uma tabela no registo de dados, mas consideraram que a junção piorou a organização do registo de dados, isto é, as alterações opuseram-se aos padrões autoimpostos:

Sara – (depois de ler o comentário) É que isso tá perfeito assim!

Madalena – Também acho. (T4_S1)

Sara – Nós achámos que ficava melhor assim, com as duas tabelas. (...)

Inv. – Então, não concordaram com o comentário, mas foram fazer porque a professora queria.

Sara – Pois, porque a professora queria, exatamente. Porque nós achámos que ia ficar muito, não ia ficar muito bem organizado. Que ia ficar mais, as coisas umas em cima das outras e que depois era mais

difícil para construir a tabela. Não dava, não ficava tão perfeitoinho [como] se fosse duas.

(...)

Inv. – Vocês próprios consideram que isso foi uma alteração para pior?

Sara – Foi.

Inv. – Mas fizeram na mesma.

Sara – Fizemos (risos). A nosso ver podia estar pior, mas na opinião das professoras podia ficar melhor. (E4)

Nesta tarefa emergiram dados que apontam para uma dificuldade em reestruturar as tabelas inicialmente propostas. As alterações efetuadas entre a preparação e a primeira versão do relatório e entre a primeira e a segunda versão foram mínimas, o que parece apontar para uma dificuldade de analisar criticamente as propostas/versões anteriores e reestruturá-las de acordo com os conhecimentos adquiridos. A Sara propôs, na sua preparação, o registo do comprimento do troço horizontal da calha e o diâmetro da esfera, provavelmente por não saber exatamente o que iria fazer. Experimentalmente mediram apenas o diâmetro da esfera, porém, na tabela apresentada, incluíram essas duas linhas com valores iguais e que correspondiam ao diâmetro das esferas, mas não ao comprimento do troço horizontal (Figura 8.18).

		Experiências											
Medidas		1 (Bola Azul)			2 (Bola Branca)			3 (Bola Azul)			4 (Bola Branca)		
h do escorrega (m)		0,61			0,605			0,32			0,32		
Massa (g)		20,2			5,2			20,2			5,2		
Comprimento do troço horizontal (m)		0,0245			0,0162			0,0245			0,0162		
Diâmetro da esfera (m)		0,0245			0,0162			0,0245			0,0162		
Alcance da bola (x) (m)		0,624	0,605	0,625	0,926	0,921	0,901	0,479	0,471	0,475	0,625	0,64	0,551
Média do alcance (m)		0,618			0,916			0,475			0,6053		
Tempo (s)	Distância (m)												
	0,0245 (Bola Azul)	13,320 x 10 ⁻³	13,273 x 10 ⁻³	12,951 x 10 ⁻³				17,083 x 10 ⁻³	17,295 x 10 ⁻³	17,243 x 10 ⁻³			
	0,0162 (Bola Branca)				5,048 x 10 ⁻³	5,041 x 10 ⁻³	5,936 x 10 ⁻³				7,106 x 10 ⁻³	7,083 X 10 ⁻³	6,823 x 10 ⁻³

Figura 8.18. Registo de dados da segunda versão do relatório da quarta tarefa

O registo de dados foi feito nas tabelas que ela tinha preparado previamente, mas estas não foram reajustadas face ao procedimento realizado:

Já tínhamos feito as tabelas. Ah, depois escolhemos a tabela que achámos que estava mais organizadinha para ser mais rápido (...). Depois foi só mesmo anotar os resultados. (E4)

Na revisão da segunda versão parece ter ocorrido a mesma situação. Juntaram as duas tabelas numa única, mas não a reestruturaram. O diâmetro da esfera indicado na primeira parte da tabela (correspondente à primeira tabela da primeira versão) voltou a ser indicado (sem necessidade) na segunda parte da tabela (correspondente à segunda tabela da primeira versão) (Figura 8.18). Assim sendo, embora a Sara tenha construído uma tabela muito organizada no relatório da terceira tarefa (Figura 8.19), não conseguiu produzir uma com a mesma qualidade no relatório da quarta tarefa.

⇒ Tabela 1: Medições efectuadas da massa e da temperatura da água em dois estados físicos (sólido e líquido)

		Experiência 1:	Experiência 2 :
Massa (g)	Água a temperatura ambiente	199,60 +/- 0,01	200,45 +/- 0,01
	Gelo	53,53 +/- 0,01	—
	Água fria	—	50,07 +/- 0,01
Temperatura (°C)	Água a temperatura ambiente	21,8 +/- 0,1	21,4 +/- 0,1
	Água a temperatura ambiente + gelo	8,8 +/- 0,1	—
	Água fria	—	0,9 +/- 0,1
	Água a temperatura ambiente + água fria	—	17,6 +/- 0,1

Figura 8.19. Registo de dados do relatório da terceira tarefa

Quanto à atribuição de títulos para as tabelas, verificou-se que, a partir da segunda versão do relatório da primeira tarefa, a Sara passou a estar consciente da necessidade de os incluir em virtude do feedback escrito fornecido no relatório da primeira tarefa (fala 2). Porém, parecem ter persistido, ao longo do estudo, dificuldades na atribuição de títulos específicos (fala 3) e, por isso, a Sara solicitou frequentemente o auxílio dos colegas (fala 4):

1. Inv. – Neste relatório desta atividade houve algum aspeto que vocês, que tu tivesses estado mais alerta devido a teres feito o relatório das areias?
2. Sara - Sim. Eu lembrei-me que eu não tinha posto título nas tabelas. Essa foi logo a primeira coisa que eu me lembrei. Era para pôr o título nas tabelas.
(...)
3. Sara - Depois outro grande problema era os títulos das tabelas. Nós nunca sabíamos o que é que havíamos de pôr. (E2)
4. Sara – Qual é o nome da tabela? Que nome é que vamos dar à tabela? (T2_A3)

Os títulos apresentados nas tabelas de registo de dados das segundas versões dos relatórios da duas primeiras tarefas (uma vez que as primeiras versões não os incluíam e foram feitos comentários a solicitá-los) foram: “Tabela de resultados obtidos” e “Dados obtidos”, respetivamente. Na terceira tarefa, manteve-se o cuidado de incluir um título, mas também a dificuldade em definir um que ilustrasse o seu conteúdo (fala 1). A chamada de atenção da colega de grupo para as grandezas medidas (fala 2) conduziram à atribuição de um adequado:

1. Sara – Depois quando fores fazer a tabela (...) temos que pôr aqui um nome na tabela. (...) Metes: registo de dados, né? Tá assim. Depois metes: tabela 1. (...) Ah, o que é que metemos? Ah, medições efetuadas. Não.
2. Camila – Espera, então a gente só fez a massa e a temperatura.
(...)
3. Sara – Vê lá se fica bem: Medições efetuadas sobre a massa e a temperatura. Não! Da massa e da temperatura. (...) Medições efetuadas da massa e da temperatura da água. (T3_S1)

Na preparação do relatório da quarta tarefa, na primeira e na segunda versão os títulos das tabelas voltaram a ser gerais. Nas duas primeiras produções, tanto o título da primeira tabela, como da segunda foi: “Medidas directas”, mas nesta última foi especificado, entre parênteses, a grandeza medida (“intervalos de tempo”). Na segunda versão, o título da única tabela de registo de dados apresentada foi “Medidas directas”. Assim sendo, voltaram a emergir dificuldades na atribuição de títulos específicos, ainda que o título da segunda tabela da primeira versão tivesse alguma especificidade.

Tratamento de dados. Ao longo das várias tarefas a Sara realizou autonomamente alguns dos cálculos mas, por vezes, demonstrou ter dificuldade em: i) saber como prosseguir, isto é, identificar os cálculos a realizar para dar resposta ao problema (falas

1 a 5 e 11), e; ii) saber como determinar algumas grandezas, como o volume molar (fala 7 a 10). Nestas circunstâncias solicitou a ajuda do professor e dos colegas tendo, por conseguinte, realizado corretamente a maioria dos cálculos necessários:

1. Sara – (Indica os resultados da determinação da massa volúmica).
Então, e agora, stora?
2. Prof. – Então e agora?
3. Sara – Agora tenho de ir fazer...
4. José – A regra dos três simples.
5. Sara – Como é que é?
6. José – Fazes a regra dos três simples para, por exemplo, 26,5 gramas está para 20 centímetros cúbicos, quantas gramas estarão para um milhão. (T1_A2)
7. Sara – Então, e agora vamos fazer como? (...) Qual é o volume molar do hélio, do oxigénio e do cloro noutras condições? Ou seja, se em 0,16. Não, se em 0,16 moles... Pá, não consigo fazer!
8. José – Se em 0,16 moles o volume molar é 500 mililitros.
9. Sara – Ó stora, não estamos a conseguir fazer. (...) Explica lá.
10. José – Uma mole, isto é uma mole, uma vai estar para x. Não é isso que a gente quer saber? (T2_A1)
11. Sara – (...) Nós tínhamos as medidas experimentais e tínhamos depois que dizer ao construtor as medidas reais e foi aí que nós sentimos mais dificuldades, nos cálculos que tínhamos que realizar para conseguirmos dar os dados na carta e tivemos que tirar dúvidas com a professora e falar com os colegas. Só assim é que conseguimos, mas foi a parte em que sentimos mais dificuldades. (E4)

As pistas fornecidas pela professora e a partilha de ideias com os colegas de grupo parecem nem sempre ter contribuído para a total apropriação do raciocínio associado à resolução dos problemas. Na primeira tarefa, a Sara não compreendeu que, depois de converter os preços das areias de um dos estaleiros, estava apta a responder à primeira questão-problema e não necessitava de realizar mais cálculos:

Ó stora, eu aqui fui calcular no primeiro estábulo [estaleiro o preço d]as duas areias. (...) Fui calcular e dá esta diferença. Esta é a areia do rio e esta é a areia amarela. E agora vou calcular no outro estaleiro, é assim? (T1_A2)

Apesar de algumas dificuldades que emergiram ao longo das quatro tarefas, na terceira, o grupo da Sara fez mais do que o que estava explicitamente solicitado, determinando a diferença entre os valores previstos e os obtidos experimentalmente (Figura 8.20).

<p>Erro associado à experiência: $8.8 - 0.33 = 8.47$</p> <p>Temperatura final obtida na experiência: 8.8°C</p> <p>Temperatura final obtida nos cálculos: 0.33°C</p>
--

Figura 8.20. Excerto do tratamento de dados do relatório da terceira tarefa

No que diz respeito ao *rigor*, nos relatórios das últimas três tarefas identificaram-se algumas incorreções ou aspetos a melhorar. Algumas delas parecem constituir gralhas, como no relatório da terceira tarefa em que, para o cálculo do erro de uma das experiências, foi utilizado o valor da temperatura da água à temperatura ambiente, em vez do valor da temperatura mínima resultante da junção das águas (fala 2). Outras parecem resultar de ideias erróneas. Por exemplo, não indicou a unidade do resultado da subtração entre dois valores de temperatura (no cálculo do erro) porque julgava que este seria adimensional (fala 3):

1. Inv. – Então vamos procurar aí na vossa tabela.
2. Sara – O que é que nos deu da temperatura da água fria mais a ambiente. Pois... Então, né que fomos buscar o vinte e um. (...) Mas aqui já fizemos bem.
(...)
3. Sara – E depois não metemos... e depois foi isto dos graus... porque como era uma diferença pensamos que não era...(...) em, em graus Celcius. (E3)

No que diz respeito à *organização*, quando os alunos fizeram os cálculos relativos à primeira tarefa não tinham uma ideia definida sobre onde os apresentar no relatório. No entanto, o meu esclarecimento (fala 2) e a leitura da rubrica parece ter sido suficiente para que a Sara compreendesse o que deveria ou não ser incluído na secção dos resultados (fala 3):

1. Sara – (ao ouvir uma questão sobre a localização dos cálculos) Ai é? Isto vai para os resultados?

2. Prof. – Os cálculos que vocês fizeram devem estar nos resultados.
(T1_A2)

3. Sara – Os resultados penso que é mais as contas práticas que nós fizemos depois. Acho que não se deve explicar nos resultados. (E1)

Os dados sugerem a existência de um padrão autoimposto que consiste na conceção de que a organização do tratamento de dados é melhorada mediante a apresentação de tabela(s) (falas 1 e 2):

Inv. – Então e fizeste isto na forma de tabela por causa de estar aqui indicado na ...[rúbrica]?

Sara – Não, porque achei mais fácil, achei mais prático pôr assim, porque senão ficava tudo umas contas por cima das outras e não conseguia estar bem organizado. Foi mais por isso que eu fiz a tabela.
(E1)

Sara – Na parte dos resultados e tudo podíamos pôr outras tabelas, organizar de outra maneira. (E2)

Porém, este padrão parece ter perdido força ao longo do estudo, uma vez que não foram utilizadas tabelas no tratamento de dados dos relatórios das terceira e quarta tarefas e, nesta última, este critério de avaliação foi apontado como um ponto forte.

Observou-se uma melhor organização nos relatórios (ou versões) elaborados extra-aula. Na primeira versão do relatório da segunda tarefa, face aos constrangimentos de tempo, o tratamento de dados parece ter sido elaborado sem que tivesse havido uma estruturação prévia do mesmo (fala 1), mas, na segunda versão, houve o cuidado de organizá-lo de forma mais coerente (fala 2):

1. Na primeira [versão] nós limitámo-nos um pouco só a passar as contas e os cálculos que tínhamos feito (...) Porque nós depois também não tivemos muito tempo e, então, fizemos um bocado à, à pressa, digamos, e então ficou um bocado confuso, eu acho. (E2)
2. Mudámos tudo porque aqui estava tudo disperso. Não se percebia nada, era só contas de um lado, contas para o outro e tentamos pôr isso tudo num quadro porque achámos que era o melhor. (...) Achámos que a melhor maneira era uma tabelinha com os resultados que assim ia-se perceber melhor. (...) [Na segunda versão] ficou mais bem organizado. (E2)

Na primeira versão deste relatório, embora tenha iniciado a apresentação dos cálculos relativos à primeira questão fora de uma tabela, quando mudou de página, passou a apresentá-los dentro de uma, aumentando o número de colunas e linhas (a sua

estruturação) nos dois últimos gases (Figura 8.21). Na segunda versão, quase todos os cálculos passaram a ser apresentados em tabelas (Figura 8.22). Tal sugere que uma boa estruturação exige uma reflexão prévia, que pode ser favorecida por um ambiente calmo e mais tempo.

A organização de ambas as versões parece ter tido como base as questões do guião. Na segunda versão, a determinação do volume molar a uma pressão de 530 mm Hg (relativa à alínea 2.2.) apareceu fora da primeira tabela, apesar de esta apresentar cálculos de outras grandezas (quantidade química e número de partículas) dos mesmos gases e nas mesmas condições de pressão e temperatura. Assim, apesar de a organização ter melhorado consideravelmente entre as duas versões, parece ter havido alguma dificuldade em organizar uma única tabela com todo o tratamento de dados.

Tratamento de dados *foi sempre a mesma, basta colocar 1 vez.* *foi sempre a mesma basta colocar uma vez.*

1. Poderia ter um sub-título que indicasse o que está a calcular.
 a melhorar a organização.

<p><u>Oxigénio</u> $M(O_2) = 16 \times 2 = 32 \text{ g/mol}$</p> <p>1 mol $\rightarrow 32 \text{ g}$ $x = 0,499 \text{ g}$ $x = 0,016 \text{ mol}$</p> <p><i>tendo em conta o rigor pretendido podem calcular M com + algarismos significativos</i></p>	
<p>1 mol $\rightarrow 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}$ $0,016 \text{ mol} \rightarrow x$ $x = 9,6352 \times 10^{21} \text{ moléculas}$</p>	
<u>Hélio</u>	<p>Massa molar 1 mol $\rightarrow 4 \text{ g}$ 1 mol $\rightarrow 6,022 \times 10^{23}$</p> <p>$M(He) = 4 \text{ g/mol}$ $x = 0,062 \text{ g}$ $0,016 \text{ mol} \rightarrow x$</p> <p>$x = 0,016 \text{ mol}$ $x = 9,6352 \times 10^{21} \text{ átomos}$</p>
<u>Azoto</u>	<p>Massa molar 1 mol $\rightarrow 28 \text{ g}$ $x = 0,016 \text{ mol}$</p> <p>$M(N_2) = 14 \times 2 = 28 \text{ g/mol}$ $x = 0,431 \text{ g}$</p> <p>1 mol $\rightarrow 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}$ $0,016 \text{ mol} \rightarrow x$ $x = 9,6352 \times 10^{21} \text{ átomos?}$</p>

Figura 8.21. Excerto do tratamento de dados da primeira versão do relatório da segunda tarefa

Tratamento de dados

1. *1. Determinar a quantidade química e as suas unidades, a partir das presentes no texto.*

2. *2. Que título ter a tabela?*

3. *3. Quantidade química presente no texto*

4. *4. Qual o título da tabela?*

Gás	Massa molar (g/mol)	g/mol	Volume molar
Oxigénio	$M(O_2)=15,998 \times 2=31,996$	1 mol <u>31,996g</u> X <u>0,499g</u> X=0,0156 mol	
Hélio	$M(He)=4,003$	1 mol <u>4,003g</u> X <u>0,062g</u> X=0,0156 mol	
Azoto	$M(N_2)=14,007 \times 2=28,014$	1 mol <u>28,014g</u> X <u>0,437g</u> X=0,0156 mol	1 mol <u>6,022</u> $\times 10^{23}$ 0,0156 mol <u>x</u>
Néon	$M(Ne)=20,180$	1 mol <u>20,180g</u> X <u>0,313g</u> X=0,0156 mol	
Cloro	$M(Cl_2)=35,453 \times 2=70,906$	1 mol <u>70,906g</u> X <u>0,1099g</u> X=0,0156 mol	X=9,39432 $\times 10^{21}$ moléculas (O_2), (N_2), (Cl_2)/átomos (He), (Ne), (Ar).
Árgon	$M(Ar)=39,948$	1 mol <u>39,948g</u> X <u>0,619g</u> X=0,0156 mol	

Figura 8.22. Excerto do tratamento de dados da segunda versão do relatório da segunda tarefa

À semelhança do que se observou noutras partes do relatório, também nesta secção parecem existir dificuldades na atribuição de títulos para as tabelas, uma vez que, frequentemente, estes foram inexistentes ou não ilustraram adequadamente o que estava contemplado. Na primeira versão do relatório da segunda tarefa, os subtítulos apresentados consistiram apenas no número da questão relativamente à qual os cálculos diziam respeito, e na segunda versão, atendendo aos comentários que foram feitos (“Poderiam ter um subtítulo que indicasse o que estão a calcular. Melhorava a organização.” e “E que tal um subtítulo onde indiquem o que estão a calcular?”), a tabela passou a ter o título de: “Massa molar”. Porém, este não ilustra tudo o que nela foi apresentado (Figura 8.22). À tabela onde passaram a ser apresentados os cálculos realizados no âmbito da alínea 2.1. foi atribuído um subtítulo que consistiu apenas no número da questão a que os cálculos diziam respeito.

Dentro das próprias tabelas emergiu também a dificuldade na atribuição dos títulos das colunas/linhas, tendo esta sido referida, várias vezes, pela Sara durante a segunda entrevista:

Só que depois outro grande problema foi os títulos e os subtítulos. Nós não sabíamos o que é que havíamos de pôr, então metemos só as grandezas em vez de pôr as, os nomes, os coisos. (E2)

Em ambas as versões do relatório da primeira tarefa não foram apresentados subtítulos que indicassem o que estava a ser calculado, ainda que tivesse sido feito um comentário, na primeira versão, que procurava encorajar essa indicação: “este é o preço de que massa/volume de areia?”. Na terceira e quarta coluna da primeira tabela do tratamento de dados da segunda versão do relatório da segunda tarefa, em que foram calculados, respetivamente, a quantidade de substância e o número de partículas dentro do balão, foram apresentados os títulos: “g/mol” e “volume molar” (Figura 8.22). Na segunda e terceira coluna da segunda tabela, em que foram calculados, respetivamente, a quantidade de substância e o volume ocupado por um mole, foram apresentados os títulos: “g/mol” e “Mol/mL”. Assim, na maioria dos casos, foram indicadas (incorretamente) as unidades, em vez da grandeza calculada. Face a estas dificuldades procurei exemplificar a especificidade pretendida, sugerindo, na segunda versão do relatório da segunda tarefa, o título de algumas colunas (por exemplo, comentários n.º 3 da Figura 8.22).

Na quarta tarefa, a Sara preparou uma tabela para organizar os cálculos da previsão dos resultados indicando corretamente as grandezas a determinar e, na maioria dos casos, a respetiva unidade (velocidade (ms/s); aceleração (m/s²), Tqueda (s); X máximo). Assim, embora nos primeiros relatórios os comentários escritos pareçam ter sido pouco formativos, uma vez, que a evolução entre a primeira e a segunda versão foi reduzida, os dados sugerem que os exemplos fornecidos podem ter contribuído para o desenvolvimento da capacidade de atribuir títulos adequados às linhas/colunas das tabelas de previsão de resultados ou de tratamento de dados.

Conclusões & reflexão

Desde o momento em que foram discutidos os critérios de avaliação, a Sara evidenciou compreender que, nesta secção, seria fundamental responder aos objetivos do trabalho:

Prof. – Para ser uma boa conclusão que características é que deve ter?

Luísa – As conclusões a que chegámos.

Sara – O que é que observámos. Se conseguimos atingir o objetivo.

(T1_A1)

Ao longo das quatro tarefas escreveu *conclusões* coerentes com os resultados obtidos. Mas, nas duas primeiras, face à dificuldade em interpretar alguns resultados (falas 1 a 4), sentiu necessidade de recorrer à minha ajuda e à dos colegas (falas 5 a 19):

1. Prof. – Está lá a dizer que é 10 euros e meio no segundo estaleiro. Se, no segundo estaleiro, uma tonelada custa dez euros e meio e neste...
2. Sara – No outro é mais barato.
3. Prof. – Então, neste custa dez euros e vinte um, vinte e dois, vá. No outro custa dez euros e meio...
4. Sara – Ah, pois é! Então, aí é mais barato. (...) Então, a areia do rio tenho de comprar no primeiro (...) e a segunda no outro estaleiro.
5. Sara – Mas esta parte do quartzo ...
6. Prof. – Então qual é que é a dúvida?
7. Sara – Não sei o que é que é para fazer.
8. Prof. – Só tens de chegar à conclusão se alguma das tuas areias é constituída apenas por quartzo ou...
9. Sara – Não, porque...
10. José – Então, mas eu sei que tem uma densidade menor, as areias têm uma densidade menor que a outra com o quartzo.
11. Sara – Exato.
12. José – Eu pus assim: nenhuma das areias tem 100% porque a densidade das areias é menor que a deste, pronto, quartzo, logo nas areias existem outros materiais menos densos. (T1_A2)
13. José – Podemos dizer que o volume molar das substâncias em estado gasoso...
14. Sara – É igual, não é?
15. José – Não, varia. Varia porque, porque o quê...
16. Sara – Ó stora, depois chegue cá se faz favor.
(...)
17. Sara – O volume [molar] é sempre igual. (...) Teve algumas diferenças por causa dos erros, mas...
(...)
18. Prof. – E foi igual ao volume que vocês encontraram noutras condições diferentes? O volume ocupado por uma mole em condições PTN e o volume ocupado por uma mole noutras condições...
19. Sara – Foi diferente. (T2_A2)

Confrontando a sugestão do José (fala 12) com o texto que consta no relatório da Sara podemos sugerir que esta se baseou no discurso do colega para elaborar esta parte da conclusão:

Em resposta do segundo objectivo ao comparar a massa volúmica do quartzo com a das areias concluo que estas não são constituídas por

100% de quartzo porque a massa volúmica é menor nas areias, logo são constituídas por materiais menos densos. (R1_V1)

Durante a entrevista, referiu que tinha poucos pontos de referência sobre como aplicar os critérios de avaliação e confirmou que recorreu à partilha de ideias com os colegas para colmatar as dificuldades de expressão escrita:

Sara – Não sabia como é que havia de aplicar, na escrita, o que tinha descoberto.

Inv. – Aplicar na escrita? Não percebi muito bem.

Sara – É assim, o que me tinha dado, os resultados que eu tinha chegado, não sabia pôr bem porque... explicar era no estaleiro tal porque deu mais valor a fazer as contas, não sabia bem o que é que havia de pôr.

(...)

Inv. – Então, e como é que tu tentaste ultrapassar essas dificuldades que foram surgindo?

Sara – Então, primeiramente, comparei com os meus amigos os resultados que eles tinham tido, como é que iam fazer e isso assim. Depois, dependendo do que eles iam dizendo, eu ia vendo, até porque nós tínhamos resultados diferentes. (...) Mas, depois, eles disseram o que iam pôr, eu tentei fazer o melhor possível, ahh, e pus o que achava mais certo. Foi assim meio, é a primeira vez, foi meio... (E1)

Na quarta tarefa, uma das conclusões retiradas pelo grupo da Sara não foi apoiada em evidências. Concluíram que, no troço horizontal, o movimento era retilíneo uniforme, no entanto não foram recolhidos dados experimentais que apoiassem esta afirmação.

No que diz respeito à *explicitação dos resultados para justificar as conclusões*, observou-se uma regressão entre o relatório da primeira e o da segunda tarefa e também entre o da terceira e o da quarta. Embora no relatório da primeira tarefa a Sara tenha indicado, nas conclusões, o preço de uma tonelada de cada uma das areias nos dois estaleiros para justificar o local onde eram mais baratas, na primeira versão do relatório da segunda tarefa, não explicitou os resultados ao retirar conclusões (não indicou o número de partículas de cada gás dentro do balão e os valores do volume molar):

Em resposta do primeiro objectivo desta actividade, conclui que como a areia do rio no estaleiro Lourenços Lda. custa 10,2186 € a tonelada e no estaleiro Perpétuo e filhos Lda custa 10,5 € a tonelada, fica mais económico comprá-la no primeiro estaleiro. (R1_V1)

Com a simulação, chegamos à conclusão que a hipótese de Avogadro é correcta, porque se se manter a temperatura (0°C), a pressão (530 mm Hg) e o volume (500,0 ml), os diferentes gases (hélio, azoto, oxigénio,

néon e árgon) contêm o mesmo número de moléculas (ou átomos se o gás for monoatômico). (R2_V1)

Durante a aula em que elaboravam o relatório, a díade foi lembrada da necessidade de explicitar os resultados (fala 3) e a Sara parece ter tentado ter em conta essa orientação, mas não ter compreendido o que se pretendia, uma vez que os valores que sugeriu incluir (de pressão, temperatura e volume) não eram resultados obtidos, mas a indicação das condições estudadas (fala 4):

1. Prof. – Então, se estivermos nas mesmas condições de pressão, temperatura e se o volume se mantiver constante...
2. Sara – Vai ter sempre o mesmo número de átomos ou... de moléculas ou átomos se for um ião monó, ah...
(...)
3. Prof. – Exatamente. E agora justifiquem isso colocando mesmo os resultados da vossa experiência, da vossa simulação.
(...)
4. Sara – Tens de pôr o valor da pressão, porque tens de pôr os teus resultados. (T2_A1)

Durante a entrevista, a Sara revelou não compreender que o descritor referente às conclusões solicitava que fossem apresentados os resultados:

Sara – Não metemos mesmo os nossos resultados práticos. Metemos em algumas, mas não metemos em todas.

Inv. – Mas onde é que faz referência a isso, aí nos critérios?
(...)

Sara – Não diz, não diz bem. É nas conclusões, mas não diz. Não diz mas, mas eu sei que é preciso.

Inv. – Ah, então o que é que será que quer dizer isto aqui: retiro conclusões que se baseiam explicitamente em evidências?

Sara – (silêncio). Ah, penso que é retiro as conclusões do que deu com o que é mesmo... Como é que eu hei de explicar? Do que nós obtivemos com o que, com a realidade, neste caso com a Lei de Avogadro, o que é que tinha, se tinha alguma coisa ah, se era ou se não era. Se os nossos resultados iam ao encontro da Lei de Avogadro.

Inv. – E o que é que será que significa que se baseiam explicitamente (ênfase no explicitamente) em evidências?

Sara – Pois, isso é que já não sei. (E2)

Atendendo a que nem todos os comentário escritos na primeira versão do relatório da segunda tarefa conduziram à explicitação dos resultados na segunda versão e em virtude de o entendimento acerca deste descritor não corresponder ao que se pretendia, reforcei o que já havia sido discutido durante a análise do relatório-exemplo:

Inv. – Uma conclusão que vocês tiram a partir dos vossos resultados. Para se basear explicitamente em evidências... Explicitamente quer dizer que tem de estar explicitado, tem de estar explícito. Então, para vocês justificarem de onde é que vem essa conclusão...

Sara – É pôr os nossos resultados.

(...)

Inv. – Se calhar não estavas a associar isso...

Sara – Sim, com estas palavras [do descritor].

Inv. – Com estas palavras que estão aqui. Se calhar estas palavras não são muito explícitas para vocês, é isso?

Sara – É. (E2)

Na terceira tarefa, a Sara identificou a situação mais eficaz para diminuir a temperatura da limonada e, no relatório, referiu explicitamente os valores mínimos de temperatura registados que justificavam essa conclusão. Deste modo, parece haver evidência da compreensão do que é pretendido. No entanto, na primeira versão do relatório da quarta tarefa, os alunos voltaram a não apresentar resultados para justificar algumas conclusões (Figura 8.23):

Com as experiências realizadas concluímos que é mais eficaz arrefecer uma limonada adicionando gelo, uma vez que a temperatura final mais baixa registada foi de 8,8 °C, na primeira experiência, onde adicionámos o gelo e na segunda experiência foi muito mais elevada de 17,6 °C. (R3)

Concluimos que para igual altura de queda, maior velocidade de lançamento, e assim maior o alcance atingido pelo corpo. Verificámos também que os dados obtidos corresponderam às nossas previsões, uma vez que o alcance do corpo é inversamente proporcional à massa, (quanto maior a massa menor o alcance do corpo). A bola branca, que tinha menor massa que a bola azul, atingiu um maior alcance. O alcance do corpo varia ainda à mesma proporção da altura do escorrega (quanto maior a altura, maior o alcance).

(...)

É de referir que verificámos que não há Conservação de Energia (existe força de atrito)

Comentário [i16]: Tentem demonstrar esta relação entre o alcance e a massa a partir das expressões que têm referido e utilizado ao longo do relatório.

Comentário [i17]: Devem ilustrar as vossas conclusões com os vossos resultados de modo a que seja fácil perceber que existe COERÊNCIA entre os resultados e as conclusões.

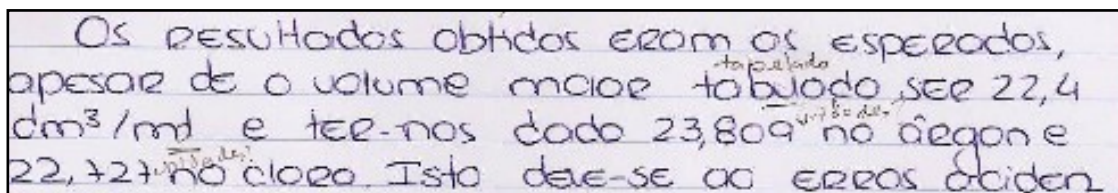
Figura 8.23. Excerto das conclusões comentadas da primeira versão do relatório da quarta tarefa

Tanto no desenvolvimento da tarefa, como na entrevista, a Sara, por exemplo, demonstrou saber justificar, com base nos resultados, o facto de o sistema estudado não ser conservativo:

Sara – A energia mecânica da A, a energia mecânica de B devia ser igual se fosse conservativo, mas dá diferente (apontando para os valores). (T4_A2)

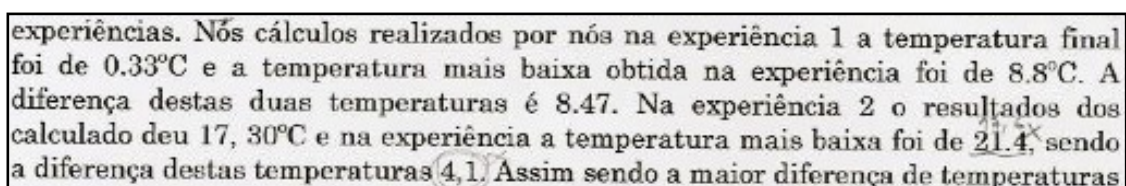
Assim, a ausência da explicitação dos resultados não parece dever-se a dificuldades de aplicação, uma vez que a aluna foi capaz de indicar os resultados que justificavam as conclusões retiradas. Esta regressão relativamente ao relatório da terceira tarefa sugere que a utilização de uma linguagem, no descritor, que a aluna considerou pouco esclarecedora, na segunda entrevista, poderá ser a causa. Isto é, o entendimento comum, que aparentemente ocorreu no 10.º ano, pode ter sido esquecido, com o passar do tempo, e a linguagem do descritor (pouco clara, na perspetiva da aluna) poderá não ter favorecido a realização do que era pretendido.

A comparação entre os resultados obtidos e os previstos foi realizada sempre que possível, ou seja, nos relatórios das três últimas tarefas. Quanto à segunda tarefa, a Sara indicou o valor esperado e os obtidos (Figura 8.24). No relatório da terceira tarefa, indicou também a diferença entre eles (Figura 8.25). Todavia, parece ter ocorrido uma regressão no relatório da quarta tarefa porque apenas mencionaram que os valores previstos e obtidos experimentalmente foram diferentes, mas não os indicaram nem os compararam qualitativa ou quantitativamente (Figura 8.26). Assim, mais uma vez, verifica-se que os progressos alcançados ao longo do 10.º ano de escolaridade não se refletiram no relatório da quarta tarefa.



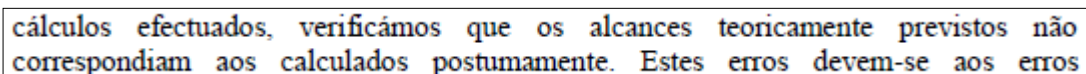
Os resultados obtidos eram os esperados, apesar de o volume maior ^{calculado} tabulado ser 22,4 dm³/ml e ter-nos dado 23,809 ^{no ãegon} e 22,727 ^{no ãegon}. Isto deve-se ao erros deiden

Figura 8.24. Excertos das conclusões da primeira versão do relatório da segunda tarefa



experiências. Nõs cálculos realizados por nós na experiência 1 a temperatura final foi de 0.33°C e a temperatura mais baixa obtida na experiência foi de 8.8°C. A diferença destas duas temperaturas é 8.47. Na experiência 2 o resultados dos calculado deu 17, 30°C e na experiência a temperatura mais baixa foi de 21.4, sendo a diferença destas temperaturas 4,1. Assim sendo a maior diferença de temperaturas

Figura 8.25. Excerto das conclusões do relatório da terceira tarefa



cálculos efectuados, verificámos que os alcances teoricamente previstos não correspondiam aos calculados postumamente. Estes erros devem-se aos erros

Figura 8.26. Excerto das conclusões do relatório da quarta tarefa

No que diz respeito à indicação dos erros que afetaram a experiência e das limitações associadas à estratégia adotada, a discussão dos critérios de avaliação

parece ter contribuído para que a aluna ficasse com a ideia que deveria indicar as dificuldades que tinha sentido e o que foi feito para as superar. O meu discurso pouco assertivo (fala 2) parece ter contribuído para que esta conceção não se alterasse (fala 6) e a primeira versão do relatório tivesse sido realizada em conformidade com a mesma:

1. Luísa – As dificuldades.
2. Prof. – Identificar as dificuldades que sentiram e...
3. Sara – O que é que fizemos para superar as dificuldades. (T1_A1)
4. Sara – Eu disse que tinha sentido dificuldades.
(...)
5. Inv. – E o que é que será que quer dizer essa parte [da rúbrica], das limitações das estratégias? Da estratégia que tu adotaste? Das estratégias que tu utilizaste para resolver o problema?
6. Sara – Das limitações? Penso que é o que eu não entendi, ou seja, o que é que eu não consegui perceber e o porquê. (E1)

Nesta tarefa senti dificuldades a nível de aplicação das fórmulas e por isso pedi sistematicamente ajuda à professora. (...) Senti ainda dificuldade na elaboração deste relatório. (R1_V1)

A indicação das fontes de erro foi um item presente nos relatórios das quatro atividades, tendo-se tornado mais específica ao longo do tempo. Ao passo que, no relatório da primeira tarefa, a Sara apenas indicou que ocorreram erros acidentais (constituindo uma afirmação muito vaga e que se pode aplicar a qualquer atividade experimental), nos dois relatórios seguintes foram indicadas razões específicas à tarefa e mais fundamentadas, mas ocorreu um retrocesso no relatório da quarta tarefa comparativamente com o da terceira, relativamente à clareza:

Cometi alguns erros nas medições (erros acidentais) (R1_V1)

Cometemos um erro experimental, talvez na massa existente em 760 mm Hg (pressão).

(...) Isto deve-se ao erros acidentais, pois na simulação feita a pressão podia não ter ficado exactamente igual, pois através do site dado na ficha entregue pela professora, era complicado obtermos resultados precisos. (R2_V1)

Assim sendo a maior diferença de temperaturas encontra-se na experiência do gelo, pois cometera-se mais erros. Um deles devido à fusão do gelo, uma vez que a temperatura exterior é superior à do gelo, o que faz com que ele derreta rapidamente e ao demorarmos algum tempo a adicionar o termómetro dentro do gobelé e a verificar a temperatura, podemos ter cometido um erro. Cometemos ainda outros erros como a medição na balança, pois podem ter ficado algumas gotas de água fora

do gobelé, erros associados à visualização da temperatura da água e outros. (R3)

Sara – Estes erros devem-se aos erros experimentais, entre os quais, a medição do alcance atingido, que não foi realizado da melhor maneira, porque teve que se efetuar com a fita métrica desde a vertical do ponto onde a bola cai até à caixa de areia. Um outro erro deveu-se ao facto da célula (...) não ter medido o tempo (...) por causa do diâmetro do corpo.

Madalena – Uma vez que este era reduzido. (T4_A3)

A estratégia utilizada para elaborar/reformular este item parece ter-se alterado ao longo do estudo. No relatório da primeira tarefa, perante os comentários feitos na primeira versão (“Que erros poderão ter afectado as tuas medições e os resultados que obtiveste? Que limitações terá a estratégia que escolheste para responder aos problemas?”), a Sara disse ter consultado a Internet mas, ao não ter encontrado informação que considerasse útil, nada acrescentou na segunda versão e parece tê-los desvalorizado (fala 2). Nas restantes tarefas, a Internet parece não ter sido um recurso utilizado, tendo a identificação das fontes de erro sido realizada a partir da reflexão sobre a atividade e da partilha de ideias entre os elementos do grupo (falas 3 a 6):

1. Inv. – Aqui na conclusão fiz-te aqui um comentário final. Vê lá.
2. Sara – (...) Metade das coisas não percebi, porque eu li e fui à *net* ver se encontrava alguma coisa, mas não encontrei nada, portanto continuei a fazer como se não fosse assim muito importante. (E1)
3. Sara – E então porque é que fica tão diferente dos cálculos? Ah, a experiência é que nós fizemos mal porque os cálculos estão bem. Devia dar isto. Só que a experiência, por causa dos nossos erros, é que deu tão diferente. (...) Mas porquê? Porque, por exemplo, o tempo que nós demoramos a medir a temperatura quando juntamos o gelo. (...) Porque o gelo derrete, derreteu logo, não foi? (...) É assim, primeiro a gente perde muito tempo a passar o gelo para dentro da água e depois a medir logo a temperatura. Não sei.(...)
4. Camila – O ambiente. O ambiente não tem nada a ver com isto?
5. Sara – Muita energia sob a forma de calor é dissipada. (...) Olha, a temperatura do ambiente exterior, a temperatura exterior, ah, a temperatura ambiente do exterior faz com que, ah, o...
6. Camila – ... o gelo derreta mais rápido e a temperatura aumente logo. (T3_S2)

A dificuldade em expressar as ideias parece justificar a falta de clareza/rigor e especificidade de alguns erros apontados. Tanto na segunda entrevista, como na terceira, a Sara assumiu as suas dificuldades na comunicação escrita e explicou mais claramente e com mais rigor as fontes de erro indicadas nos respetivos relatórios:

Sara – Nós sentimos algumas dificuldades em dizer o que é que, como é que, o que é que era afinal esses erros porque nós sabíamos o que é que tinha sido, mas explicar era mais difícil. (...) Nós queríamos dizer que era no site porque, para nós sabermos a massa existente, tínhamos que pôr certo a pressão, só que aquilo como era a carregar com o rato não dava para pôr exatamente bem [igual] em todas. Às vezes ficava com um bocadinho a mais e nós queríamos explicar isso e então tentámos dizer que era na massa existente a uma dada pressão. (E2)

Sara – Na altura, nós ainda não tínhamos dito porque não era um sistema isolado. Então dissemos o que nós... a nossa ideia, que era que como ah... a temperatura exterior até era mais quente também ia interferir com a ... (...) Podíamos ter arranjado uma maneira mais simples de explicar isso tudo, que era dizer que era um sistema isolado. (E3)

Porém, a capacidade de reformular o texto e de ser mais específica/clara atendendo ao feedback escrito parece ter melhorado com o tempo. Como já vimos, no que diz respeito à identificação das fontes de erro, não ocorreu qualquer alteração entre a primeira e a segunda versão do relatório da primeira tarefa. No relatório da segunda tarefa, procuraram clarificar, na segunda versão, o que tinham dito, mas a melhoria foi pouco significativa. Na primeira versão sublinhei a expressão “talvez na massa existente em 760 mm Hg (pressão)” e escrevi: “Não percebo bem que erros estão a identificar. Expliquem melhor”. Para além disso, sublinhei “era complicado obtermos resultados precisos.” e questioneei: “porquê? Expliquem melhor”. Na segunda versão, a primeira frase foi alterada para: “cometemos alguns erros acidentais, na obtenção da massa existente no balão volumétrico a uma dada pressão” e, na segunda frase, foi acrescentado: “devido aos botões de «adicionar» e «remover» gás”. Na quarta tarefa, o comentário realizado (Figura 8.27) parece ter favorecido a inclusão de uma explicação mais coerente na segunda versão. Embora não tivessem eliminado a parte da frase que indicava que o intervalo de tempo não foi medido, explicaram que o intervalo de tempo medido poderia não corresponder à passagem do diâmetro da bola nas células fotoelétricas (Ver a última frase da Figura 8.27 que foi acrescentada na segunda versão).

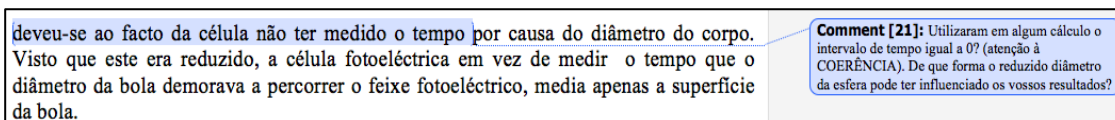


Figura 8.27. Excerto das conclusões & reflexão da segunda versão do relatório da quarta tarefa

No que diz respeito à *explicação da forma como as fontes de erro indicadas afetaram os resultados obtidos* nenhum dos relatórios das quatro tarefas a inclui. Na primeira versão do relatório da segunda tarefa solicitei, através de um comentário escrito, que indicassem de que forma os erros referidos afetaram os resultados, mas nenhuma das alterações efetuadas na segunda versão foi ao seu encontro. Na terceira entrevista, quando questionada sobre a presença deste tópico no relatório, a Sara começou por considerar que estava presente (falas 1 a 4). Porém, o facto de eu ter continuado a colocar questões relativamente a este aspeto parece ter favorecido a compreensão de que este assunto, afinal, não tinha sido discutido no relatório e não tinha entendido o que se pretendia (falas 5 a 12):

1. Inv. – Explicaram o que é que os erros que vocês identificaram, como é que eles influenciaram os vossos resultados. Como é que o facto de o sistema não ser isolado influenciou os resultados?
2. Sara – Sim.
3. Inv. – Onde é que, onde é que explicaram isso?
4. Sara – Tá aqui, por exemplo... cometemos ainda outros erros, mas não... talvez não tenham a ver com o sistema isolado. (...) Cometemos ainda outros erros, como a medição na balança, pois podem ter ficado algumas gotas de água fora do gobelé... (...)
5. Inv. – Como é que o facto de ter ficado lá gotas de água fora do gobelé influenciou os vossos resultados? Ou pode ter influenciado os vossos resultados, está aí explicado isso?
6. Sara – Não... pois, falta alguma coisa.
7. Inv. – Então, identifico fontes de erro e explico os seus efeitos nos resultados?
8. Sara – Não. (...) Porque nós explicamos os erros, depois não explicámos porque é que ao acontecer esses erros ia, ia...
9. Inv. – Influenciar os resultados?
10. Sara – Sim.
11. Inv. – Então quer dizer que tu ainda não tinhas bem percebido o que é que isto queria dizer?
12. Sara – Não. (...) Acho que não sabia. (E3)

A constatação de que este item não estava presente no relatório da terceira tarefa e a possível compreensão do que era pretendido não parecem ter favorecido a sua inclusão no relatório da quarta tarefa. Por exemplo, não explicaram que a medição de um intervalo de tempo correspondente à passagem de uma zona mais superficial da esfera iria conduzir à determinação de um valor de velocidade maior do que o real, mesmo depois de ter sido feito um comentário com esse intuito (“De que forma o reduzido diâmetro da esfera pode ter influenciado os vossos resultados?”).

No que diz respeito à *sugestão de alterações para minimizar os erros*, na aula em que foram discutidos os critérios de avaliação, a Sara deu a conhecer o seu entendimento acerca deste item: “Se alterávamos o modo... Nós tínhamos aquelas duas escolhas. O que faríamos se voltássemos atrás” (T1_A1). O seu discurso aponta para uma visão radical acerca das alternativas que podem ser sugeridas. Parece que têm de passar, necessariamente, por uma mudança de estratégia (e não podem consistir em pequenas alterações ao procedimento, utilizando a mesma estratégia).

Na primeira versão do relatório da primeira tarefa, este item não foi contemplado. Perante o comentário, na primeira versão: “Que alterações poderias fazer no teu procedimento de modo a obteres resultados mais exactos?”, a Sara acrescentou, na segunda versão: “Poderia ter escolhido outro instrumento para medir o volume, mas optei pela pipeta por achar que era a mais adequada.” Esta resposta sugere que a não inclusão deste item na primeira versão pode dever-se ao facto de considerar que, caso voltasse atrás, não faria alterações. A não identificação de uma forma diferente de resolver o problema poderá também constituir a razão pela qual não sugeriu qualquer alteração à estratégia adotada na segunda tarefa.

No relatório da terceira tarefa fez uma proposta muito vaga, uma vez que se limitou a sugerir que não cometessem os erros indicados, mas não explicou de que forma os poderiam evitar: “Para que o processo de arrefecimento da água se torna-se mais eficaz devíamos não cometer estes erros, pois a temperatura poderia ter atingido valores muito mais baixos” (R3). Assim, relativamente a este item, a análise do relatório-exemplo parece não ter facilitado a compreensão do que se pretendia.

O relatório da quarta tarefa foi o único que contemplou uma sugestão concreta. Ela foi proposta por Sara e consistiu no método utilizado por outros grupos: “Para diminuir estes erros poderíamos ter utilizado o papel químico para ser mais fácil a medição do alcance atingido pela bola” (T4_A3). Assim, parece ter ocorrido um progresso ténue, uma vez que o último relatório foi o único que contemplou uma proposta concreta. Tratando-se de uma aluna que procura ir ao encontro do solicitado, o facto de ela ter consciência de que não apresentou sugestões nos relatórios da segunda e terceira tarefas (uma vez que salientou esta lacuna nas respetivas entrevistas) aponta para dificuldades de aplicação (talvez devido a uma fraca capacidade de pensamento crítico) que poderão ter tomado maiores proporções no início do estudo face a um entendimento redutor acerca do que é esperado (do tipo de proposta que poderia fazer).

No que diz respeito às *aprendizagens realizadas*, nos relatórios em que este item foi incluído, resumiu-se a três ou quatro linhas que indicavam os conceitos/leis/temas a que recorreram ou estudaram (no relatório da segunda tarefa) ou as conclusões retiradas (no relatório da terceira tarefa):

Aprendemos a utilizar melhor toda a matéria já adquirida na sala de aula, como a massa molar, volume molar, hipótese de Avogadro e podêmos compreender melhor toda a matéria. (R2_V1)

Aprendemos que para arrefecer mais eficazmente um líquido devemos adicionar gelo, pois atinge temperaturas mais baixas e retiramos as nossas conclusões através das fórmulas da variação de entalpia e do calor. (R3)

Assim, o facto de não ter sido seleccionado o mesmo tipo de conteúdo nos relatórios destas duas tarefas e o discurso da Sara na terceira entrevista sugerem a existência de dúvidas relativamente ao que é pretendido:

Sara – Eu acho que não explico o que aprendi sequer.

Inv. – Então e porque é que não explicam?

Sara – Não sei, agora não me tou a lembrar... também podíamos dizer o quê? Que quando... (risos) quando quiséssemos arrefecer alguma coisa já sabíamos que tínhamos de juntar água... nós eh... (risos). Não! Não era isto... (E3)

A análise deste item, durante a primeira entrevista, com a constatação, por parte da Sara, da sua ausência nos relatórios da primeira tarefa (“Explico o que aprendi detalha e organizadamente. Pois, eu não expliquei” (E1)) poderá ter favorecido a inclusão de algumas linhas a este respeito nos dois relatórios seguintes. Porém, a incerteza relativamente ao que era pretendido e a inexistência deste tópico na grelha com os critérios de avaliação fornecida para a elaboração do relatório da quarta tarefa poderão justificar a ausência deste item no relatório da última tarefa.

Quanto à *organização*, de um modo geral, esta última secção foi apresentada seguindo a ordem pela qual os vários itens aparecem na rubrica, no entanto, há alguns aspetos a assinalar. Em ambas as versões do relatório da segunda tarefa, os três primeiros parágrafos diziam respeito às conclusões retiradas em relação às questões do guião, o quarto parágrafo às limitações e o último abordava as aprendizagens realizadas. Contudo, o facto de o segundo parágrafo mencionar os erros associados à determinação do volume molar e as limitações, apresentadas no quinto parágrafo, focarem o mesmo assunto fez com que a organização não fosse a mais adequada.

No relatório da quarta tarefa, começaram por indicar as conclusões que retiraram em relação à influência das variáveis estudadas no alcance dos corpos, indicaram e representaram as forças que atuaram na esfera ao longo do movimento na zona inclinada da calha, classificaram o movimento da esfera, compararam os resultados obtidos com os previstos, identificaram as fontes de erro, sugeriram alternativas e terminaram retirando conclusões relativamente à existência (ou não) de conservação da energia mecânica. Esta estrutura sugere que, inicialmente, se centraram no foco do problema da tarefa e seguiram a ordem dos itens da rubrica/grelha com os critérios de avaliação, e no fim, complementaram com uma conclusão acerca do movimento na rampa (distanciada das restantes conclusões). Deste modo, verificou-se que o enquadramento das respostas às questões do guião nem sempre foi realizado da melhor forma.

Estrutura e apresentação global

Após a primeira tarefa, parece ter-se conseguido um entendimento comum acerca do que se pretende relativamente a este parâmetro, uma vez que as apreciações dos relatórios seguintes passaram a focar apenas a análise da estrutura (fala 4), e não a estética, como se verificou durante a entrevista sobre o primeiro relatório (falas 1 a 3). Tal sugere que a alteração ao conteúdo da rubrica poderá ter favorecido a compreensão do que era valorizado:

1. Sara – A apresentação, como diz aqui na grelha, penso que o meu até está bom, está assim organizadinho. Não tem assim erros, nem assim... Quer dizer, se calhar até tem, mas... não está assim muito rasurado nem tem assim, está apresentável, está bom.
(...)
2. Inv. – E achas que isso [os erros] também está na parte da apresentação?
3. Sara – Acho, porque se, por exemplo, nós riscarmos por cima, se fosse à mão ficava com um aspeto mau. (E1)
4. Penso que percebe-se bem as partes, distingue-se perfeitamente e tem a estrutura proposta. Penso que sim (E2).

Analisando globalmente os relatórios das quatro tarefas, verificamos que, habitualmente, foi adotada a estrutura proposta (com algumas exceções). Nos relatórios da segunda e da quarta tarefas algumas das respostas às questões do guião não foram enquadradas no local adequado mas, na segunda versão do relatório da segunda tarefa,

em virtude dos comentários escritos (“Na parte do tratamento de dados?”), os conteúdos que se repetiam nos resultados e nas conclusões (a resposta à terceira questão do guião) passaram a enquadrar-se apenas na secção adequada.

Na terceira tarefa, a explicação da decisão dos valores de massa utilizados experimentalmente foi subdividida em várias partes (planificação, tratamento de dados e conclusões), impossibilitando a sua compreensão apenas com a leitura da planificação. Assim, a conceção da Sara parece ser a de que os cálculos devem ser apresentados no tratamento de dados e as interpretações/decisões/conclusões na secção das conclusões & reflexão, sem exceção. Porém, nesta situação em particular, a opção em organizar a informação desta forma mostrou-se pouco adequada porque impossibilitou a compreensão da tomada a decisão a partir da leitura da planificação. Deste modo, uma conceção demasiado rígida acerca da estrutura a adotar parece ter impossibilitado uma flexibilização que seria desejável nesta situação.

O papel das estratégias e recursos na apropriação dos critérios de avaliação

Rúbrica/grelha com os critérios de avaliação

A Sara considerou que a discussão dos critérios de avaliação antes da entrega da rúbrica foi uma boa estratégia porque partiu das conceções dos alunos. Permitiu complementar e confrontar o seu entendimento com o que era realmente pretendido e, assim, ficar a saber o que deveria (ou não) incluir no relatório:

Inv. – Estivemos a ver o que é que, que critérios ou que parâmetros é que vocês deviam considerar na avaliação do vosso relatório. Consideras que esse trabalho que nós fizemos teve algum interesse? Pode ter tido algum...

Sara – Sim, porque como muitas vezes acontece, quando estou a fazer trabalhos fico sem saber o que é que é preciso ou não e assim fiquei a saber o que é que tinha que pôr e o que é que não tinha. Sim, acho que ajudou.

Inv. – (...) Achas que o facto de serem vocês a dizer tem alguma vantagem comparativamente com ter entregue logo uma ficha com os vários indicadores?

Sara – Sim, porque assim nós dissemos o que achávamos que era preciso e, depois, para complementar ou para ficar completo vimos o que é que faltava ou o que é que podíamos ter mal ou dizer mal. (E1)

Porém, as evidências sugerem que esta discussão inicial dos critérios de avaliação e a leitura da rubrica, por si só, não promoveram a compreensão de alguns aspetos. O Quadro 8.1 procura identificar os critérios/itens relativamente aos quais parece ter-se chegado a um entendimento comum e os que parecem não ter sido logo compreendidos.

Quadro 8.1.

Identificação dos critérios de avaliação/itens que parecem ter sido compreendidos (ou não) pela Sara apenas a partir da discussão inicial dos critérios de avaliação e da leitura da rubrica

Parte do relatório	Critérios/itens que parecem ter sido...	
	compreendidos:	não compreendidos
Introdução	- objetivos claros e coerentes	- síntese*
	- princípios científicos detalhados	- argumentação da pertinência dos assuntos selecionados - organização (separar os objetivos da fundamentação teóricos)*
Planificação	- estratégia selecionada detalhada	- estratégias alternativas
	- previsão de resultados	
Procedimento	- descrição dos passos	- esquema ilustrativo
	- registo de dados	- organização (separar registo e tratamento de dados)*
Resultados	- tratamento de dados	
	- conclusões coerentes com os resultados	- explicitação das evidências
Conclusões & reflexão	- comparação dos resultados com as previsões	
	- identificação das fontes de erro	- explicação dos efeitos das fontes de erro nos resultados - dificuldades e limitações associadas à estratégia utilizada - sugestão de alternativas - aprendizagens realizadas
Estrutura e apresentação	- organização	- aspeto atrativo*

* aspetos que não foram abordados durante a discussão dos critérios de avaliação

A indicação das dificuldades e limitações associadas à estratégia, como vimos no subcapítulo anterior, foi um item abordado na discussão inicial acerca dos critérios de avaliação, contudo, parece ter sido reforçada a conceção prévia da aluna (de que deveria indicar as dificuldades que sentiu), em vez de ter sido clarificado o que se pretendia. Também a questão das sugestões a apresentar para minimizar os erros parece não ter

ficado clara, possivelmente em virtude dos exemplos fornecidos e do que foi discutido durante a atividade experimental. Inicialmente, a Sara parece ter ficado com a ideia de que as sugestões a apresentar teriam de passar necessariamente pela utilização de uma estratégia de resolução diferente.

Do ponto de vista da Sara, a rúbrica foi o recurso que mais contribuiu para a compreensão dos critérios de avaliação porque foi assinalado como o mais importante para o efeito no questionário que respondeu no final do estudo. De um modo geral, este e a discussão dos critérios de avaliação parecem ter fomentado, ainda, a valorização da completude/desenvolvimento, uma vez que a Sara procurou incluir tudo o que foi discutido em grupo, notando-se o cuidado de explicar detalhadamente os assuntos e de, inclusivamente, consultar fontes bibliográficas para desenvolver a introdução. A rúbrica parece ter também favorecido, por um lado, a valorização da organização e, em particular, da apresentação de tabelas para organizar o registo e tratamento de dados e, por outro, o rigor. No entanto, parece ter-se criado uma ideia inadequada do que se entende por rigor científico (discurso complexo) o que parece ter levado, por vezes, à cópia das fontes consultadas.

Ao longo das entrevistas e no questionário final, a Sara referiu que a rúbrica funcionou como um instrumento de orientação. Tal como é ilustrado na transcrição da segunda entrevista, ela considera que os descritores permitem identificar o que devem fazer (ou não) em cada parte e facilita a organização do relatório, no entanto, nem sempre conseguiram fazer o que consideravam ser o pretendido (e ideal) por falta de tempo:

A grelha foi assim, nós tínhamos de fazer a introdução e ele lia: defino objetivos coerentes com a ... ele lia tudo, ele lia do último nível, do nível mais organizado e nós, depois de lermos, dizíamos... ah sabíamos que tínhamos de fazer aquilo e tentámos pôr por ordem. Por exemplo, defina os objetivos e nós metemos que o nosso relatório tentámos ou pretendemos fazer aquilo ou aquilo e foi assim que a gente foi fazendo. Só que, depois, à medida que o tempo passava, deixávamos de ter tanto tempo para fazer tudo bem, tão bem organizado e, então, chegámos à parte de, algumas partes que era para pôr tabelas e isso que tivemos mesmo de passar e fazermos só, mais simples. (E2)

Do seu ponto de vista, a rúbrica possibilita, ainda, a confrontação do que foi feito com o que era pretendido e permite identificar os itens que foram incluídos e os que não foram. A Sara considerou que esta confrontação entre a produção e os descritores favoreceu o processo de autoavaliação na primeira tarefa, uma vez que conduziu à

reformulação do relatório. As suas palavras apontam fundamentalmente para alterações ao nível da organização (fala 1). Contudo, nas outras tarefas não existem evidências de que tenha sido a releitura da rúbrica a fomentar este processo. Na terceira entrevista, por exemplo, a Sara, inclusivamente, indicou que consultaram a rúbrica apenas antes de começarem a fazer cada uma das secções do relatório (falas 2 a 11):

1. Sara – Eu, ao voltar à tabela, como via as coisas pensava: “ah falta-me uma tabela, por exemplo, para chegar ao nível 3 ou falta-me estar mais bem organizado” e, depois, ia tentar emendar. (E1)
2. Sara – Depois só líamos tudo pa ver como é que ficava melhor, vermos mais uma vez, para além da que fizemos.
3. Inv. – Mas, aí nessa parte, depois já não olhavam para os critérios, só olhavam antes de fazer? Iam fazer a próxima parte do relatório? Liam, faziam...
4. Sara – Líamos, fazíamos.
5. Inv. – Deixavam, a partir daí, os critérios de parte?
6. Sara – Sim. (E3)

Do ponto de vista da Sara, a segunda versão da rúbrica, utilizada na segunda e terceira tarefas, tinha um carácter mais formativo do que: i) a primeira versão (utilizada na primeira tarefa) porque a criação de subdivisões facilitava a elaboração do relatório (segunda entrevista); ii) a grelha com os critérios de avaliação (utilizada na quarta tarefa) porque estava mais explícita e era mais fácil a sua leitura (quarta entrevista):

Penso que talvez a última [rúbrica] seja melhor porque como vem subtítulos, vem organizado por objetivos (...) Penso que ajuda melhor porque assim nós podemos dividir mais as nossas partes e fazer por etapas, mais breve, para ser mais, mais facilitado. (E2)

Sara – [A rúbrica] diz mesmo explicitamente o qu’ é qu’ é preciso em cada parte do relatório.

Inv. – Achas que essa grelha para ti é mais fácil de ver e utilizar?

Sara – Sim, muito mais. (...) É assim, esta [grelha com os critérios de avaliação] também é fácil de perceber só que para realizar o relatório esta [a rúbrica] é muito mais fácil porque diz-nos exatamente o que é que, o que é que podemos fazer. (E4)

Embora a Sara tenha dito não ter dúvidas relativamente à grelha com os critérios de avaliação (falas 1 e 2), acabou por utilizar mais a rúbrica devido às vantagens acima mencionadas e por estar mais familiarizada com ela, sentindo-se, conseqüentemente, mais confiante (fala 3):

1. Prof. – Alguma dúvida sobre os critérios de avaliação do relatório? Vocês olharam?
2. Sara – Eu tive a olhar, tive a ver bem. (...) Eu não tenho dúvidas. (T4_A2)
3. Sara – Foi mesmo os indicadores [rúbrica] que utilizamos mais porque era como nos sentíamos mais seguros porque sabíamos o que é que tínhamos de pôr e não estar só a pôr coisas que não interessavam e, então, lembro-me que chegávamos a utilizar muito isto. (E4)

De acordo com os registos áudio, a grelha com os critérios de avaliação parece ter sido utilizada essencialmente na altura em que fizeram a reflexão escrita do relatório.

Relatórios de tarefas anteriores e relatório-exemplo

A Sara indicou que, em todas as tarefas, recorreu a um dos *relatórios elaborados anteriormente*, utilizando-o, geralmente, quando começavam a elaborar cada uma das secções do relatório:

Sara – Conforme fomos fazendo, na introdução, fomos olhando, introdução e víamos o que é que tínhamos mais ou menos escrito [no relatório anterior] (...) mas acho que foi por seguimento.

Inv. – À medida que iam começando cada parte, iam dando uma vista de olhos ao relatório das areias.

Sara – Sim, das areias, foi. (E2)

A Sara salientou que estes relatórios tiveram as seguintes funções:

- i) Facilitar a compreensão do que se pretendia relativamente à explicitação das evidências por constituir um exemplo em que esse parâmetro foi realizado com sucesso:

Inv. – Baseado explicitamente em evidências?

Sara – É, explicitamente, sim. Isso é um exemplo, nós não percebíamos muito bem, mas depois no que tínhamos feito no outro e tínhamos aprendido que tínhamos que pôr os resultados e comparar com as nossas conclusões é que conseguimos perceber. (E2)

- ii) Exemplificar a aplicação da rúbrica - permitiram identificar o que deveria constar no relatório e funcionaram como modelo a seguir. Facilitaram, inclusivamente, a construção de algumas frases (essencialmente no relatório da segunda tarefa):

Tivemos a ver o meu [relatório da primeira tarefa], o que é que tinha na introdução, o que é que tinha em tudo para saber como é que é que havíamos de fazer porque já não nos lembrávamos muito bem o que é que tínhamos de pôr, os objetivos. (...) Foi uma amostra, um exemplo. (...) Foi só mais ver o que é que tinha feito no outro e tentar fazer uma aproximação neste. (...) Víamos o que é que tínhamos mais ou menos escrito, como é que tínhamos começado as frases. (E2)

- iii) Evitar que fossem cometidos alguns dos erros assinalados, promover maior completude/desenvolvimento/argumentação e aumentar a confiança relativamente ao trabalho que estavam a desenvolver em virtude das aprendizagens realizadas com a elaboração dos relatórios anteriores:

Mas penso que este último[relatório] correu melhor, até porque com a experiência é mais fácil porque no primeiro nós não sabíamos bem como é que havíamos de fazer. (...) Já tínhamos o outro, a stora já tinha também emendado algumas coisas do outro. Nós já sabíamos como é que havíamos de fazer. (E2)

Eu noto que tivemos muita mais atenção a tentar completar ainda o mais possível. (...) Dizíamos: “Naa, isso não pede ser assim porque no ano passado eu pus isso no relatório e não ficava bem, temos que pôr de outra maneira”. (E4)

De facto, verificou-se (através dos registos áudio) que, na segunda tarefa, a Sara recorreu ao relatório da primeira, nomeadamente para a escrita do objetivo. Para além disso, observou-se que também o início da planificação dos relatórios destas duas tarefas são iguais: “Para saber ... utilizo/utilizámos...”.

Face à escassez de registos áudio captando a leitura e/ou análise dos relatórios anteriores podemos sugerir que a consulta destes documentos foi realizada individualmente (em silêncio) e/ou que esta foi pouco frequente porque a Sara se recordava do que tinha aprendido com a realização dos relatórios anteriores (tal como referiu na quarta entrevista).

O recurso a um exemplo nem sempre se mostrou útil. A Sara referiu que a elaboração do procedimento do relatório da segunda tarefa não foi facilitada pela consulta do relatório anterior porque o tipo de tarefa foi totalmente diferente: “A gente ao olhar para o relatório das areias era diferente, as coisas eram totalmente diferentes” (E2).

No que diz respeito ao *relatório-exemplo*, a Sara, em termos gerais, considerou que este instrumento promoveu a compreensão do modo como os critérios de avaliação podem ser adequadamente aplicados (fala 1), assinalando-o como o terceiro instrumento/estratégia mais relevante para a compreensão dos mesmos (depois da rúbrica e do feedback). Em particular, salientou que este promoveu a compreensão da síntese pretendida (fala 2), assim como do tipo de esquema esperado e ajudou a iniciar a introdução e a conclusão do relatório da terceira tarefa (fala 5):

1. Para se ter uma melhor percepção ajuda ter uma aplicação prática, para se poder perceber como realmente se utiliza os critérios de avaliação. (QF)
2. Sara – Nós quando vimos este relatório [compilação dos relatórios] ficámos a perceber, eu pelo menos fiquei a perceber, que nós, às vezes, preocupamo-nos mais em escrever, escrever, só para ficar lá linhas escritas e não é bem assim. Às vezes, por exemplo, este só tem duas páginas e tem tudo. Tem pouca coisa escrita, mas tem o essencial e nós, assim, com este, conseguimos perceber que é mesmo para ir direta, para se ir diretamente ao assunto, como é que se deve fazer. Eu fiquei a perceber bem com este relatório. (E2)
3. Sara – Ajudou.
4. Inv. – Ajudou em que partes?
5. Sara – Por exemplo, na planificação [procedimento] que eu tava a dizer, nós depois acabamos por fazer em extenso... Mesmo na introdução, pois nós não sabíamos como é que havíamos de começar e a conclusão e... e a aqui na parte da representação, como lá também estava em... os desenhos, nós também fizemos assim os desenhos, a tabela, acho que foi só. Mas ajudou, acho que ajudou bastante. (E3)

Os dados recolhidos através dos outros instrumentos apoiam o seu discurso. Na segunda entrevista, que decorreu após a entrega e análise do relatório-exemplo, a Sara confrontou a sua produção com o que era esperado, salientando a falta de síntese como um ponto fraco dos objetivos que tinha definido. E, no relatório da terceira tarefa, elaborou um objetivo muito mais sintético do que na tarefa anterior e perfeitamente separado da fundamentação teórica. Verificou-se também que este relatório foi o primeiro a incluir um esquema e que a Sara observou o do relatório-exemplo na altura em que o estava a desenvolver. Para além disso, o relatório da terceira tarefa foi o primeiro a não incluir, no procedimento, a descrição dos cálculos efetuados. Assim, a compreensão do que deve (ou não) ser incluído também poderá ter sido favorecida pela análise do relatório-exemplo.

Quer a introdução, quer a conclusão do relatório da terceira tarefa iniciam-se da mesma forma que o relatório-exemplo: “Os objetivos desta atividade são...”; “Com a(s) experiência(s) realizada(s) concluímos que...”. E, ao contrário do que se verificou nos relatórios das tarefas anteriores, o procedimento foi elaborado por extenso, à semelhança do relatório-exemplo. Assim, se por um lado, o relatório-exemplo pode favorecer a compreensão do que é pretendido e a elaboração de trabalhos de maior qualidade, por outro, parecem surgir alguns indícios de que poderá desfavorecer a criatividade. Alguns aspetos poderão ser realizados por imitação e não resultar de uma reflexão sobre a melhor forma de fazer (organizar/escrever/etc.).

Interações com os pares

Ainda que tivesse sido proposto que a primeira tarefa fosse realizada individualmente, os alunos acabaram por partilhar ideias. Do ponto de vista da Sara, essa partilha permitiu colmatar as dificuldades de expressão, nomeadamente na escrita das conclusões. De facto, verificou-se que o conteúdo de uma das partes desta secção foi muito semelhante à de um colega. Da observação em sala de aula também emerge o contributo de alguns colegas (juntamente com o meu feedback) para a delineação e compreensão dos cálculos a realizar.

Na entrevista que sucedeu à realização da segunda tarefa, a Sara mencionou que o desenvolvimento do trabalho com o colega constituiu uma mais-valia porque houve a possibilidade de discutirem ideias (fala 1). Considera que o seu colega esclareceu dúvidas, ajudou-a a interpretar enunciados de questões (fala 6) e a fazer algumas coisas que ela não sabia, nomeadamente cálculos (falas 4 e 6):

1. Na primeira versão foi diferente porque como estávamos frente a frente podíamos discutir mais as coisas. (E2)
2. Sara – Ele também, às vezes, ajuda-me a compreender porque, às vezes, eu não entendo e ele ajuda-me.
3. Inv. – A compreender o quê?
4. Sara – A compreender as... compreender as dúvidas que eu tenho, algumas coisas que eu não sei fazer.
5. Inv. – Hum, hum, mas é, portanto, a compreender o enunciado das questões, a compreender como é que se resolve os exercícios...?
6. Sara – Como é que se faz, como é que se resolve. Mas eu, às vezes, o meu problema é que eu não percebo os enunciados e ele é que, às vezes, me explica. (E2)

Embora não seja evidente o contributo do colega na interpretação de enunciados, a observação em sala de aula mostra que este a ajudou a realizar alguns cálculos, a definir alguns objetivos, a descrever a planificação, a interpretar resultados, a fazer generalizações e a estruturar o texto das conclusões. A partilha de ideias promoveu, ainda, o aumento gradual da sua qualidade (clareza e rigor) desta última secção do relatório à medida que o texto ia sendo desenvolvido.

Na terceira entrevista, a Sara voltou a indicar que o facto de ter trabalhado em grupo lhe permitiu ultrapassar algumas dificuldades porque teve oportunidade de esclarecer as suas dúvidas com os colegas (fala 6), discutir como poderiam organizar determinadas partes, como colocar no papel as ideias e ir ao encontro dos critérios de avaliação (falas 1 a 5):

1. Sara – Ah, acho que, como em todas, foi realizar o relatório. A fazer é mais difícil.
2. Inv. – A parte de escrever e organizar depois tudo o que foi feito?
3. Sara – E a linguagem e... e depois como é que íamos pôr os resultados e as tabelas, pois.
4. Inv. – E como é que ultrapassaram essa, essa dificuldade que sentiram? Como é que tentaram ultrapassar?
5. Sara – Como estávamos em grupo falámos, discutimos e achamos como é que havia de ficar melhor e... e como é que organizado ficava melhor e pronto e fizemos. (E3)
6. Sara – Como foi em grupo talvez também haja mais ajuda, porque se eu tenho alguma dúvida eles depois sabem ou dizem o que é que eles acham. (...) Mesmo que eu não perceba, os outros dão as suas ideias. (E3)

Com efeito, verificou-se que a Sara foi colocando algumas questões e pedindo a opinião dos colegas relativamente à forma de escrever, à necessidade de incluir ou não determinados itens, à organização e ao rigor. Várias foram as secções do relatório em que existem evidências do contributo dos colegas para uma correta utilização da língua portuguesa e da terminologia científica, possibilitando a superação de dificuldades de expressão escrita desta aluna. Para além disso, verificou-se que os colegas favoreceram a identificação de temas relevantes a explorar na fundamentação teórica (falas 1 a 5), assim como da principal fonte de erro da atividade experimental realizada. Contribuíram também para a realização de uma descrição mais detalhada e coerente dos passos realizados experimentalmente (no procedimento), a elaboração de um dos

esquemas, uma melhor organização das legendas, evitando repetições (falas 6 a 8), e a utilização de um título para a tabela de registo de dados mais completo e rigoroso:

1. Sara – Mas porque é que vocês vão pôr a primeira, ah, essa coisa?
2. Leonor – A lei zero da termodinâmica? Porque é equilíbrio térmico.
3. Sara – Mas ele só atinge o equilíbrio térmico passado muito tempo, algum tempo!
4. Leonor – Não, mas precisas de explicar na introdução.
(...)
5. Sara – Para arrefecer até atingir o equilíbrio térmico. (...) E agora explicamos o que é o equilíbrio térmico. Convém, né? (T3_S1)
6. Camila – E agora podemos por assim um, tipo, um gobelé a entornar para lá água que é para fazeres a separação de ser água normal. Porque aqui temos o gelo. Consegues distinguir. Agora aqui tu não vais conseguir distinguir.
(...)
7. Sara – Os números mete diferentes porque... só se fizemos legendas separadas.
8. Camila – Não. (...) Este como é igual mete-se [também o número] o três. (T3_S1)

Na quarta entrevista, a Sara voltou a frisar como vantagem do trabalho em grupo a possibilidade de esclarecer as suas dúvidas com os colegas e de se ajudarem mutuamente. No entanto, como este trabalho envolveu a realização de uma preparação prévia e, depois da aula experimental, dois elementos do grupo completaram o relatório individualmente, a potencialidade assinalada no âmbito desta tarefa foi a seleção das melhores partes das produções desenvolvidas individualmente. Na perspetiva da Sara esta seleção conferiu maior completude e rigor ao relatório:

Fizemos todos a nossa parte. Depois, no final, foi mais fácil porque juntámos o que achávamos melhor e o que ficava mais, estava mais rigoroso e mais completo e foi possível juntar tudo e ficar mais, ter mais completude. (E4)

Da observação em sala de aula verificou-se que, durante o processo de compilação das produções realizadas individualmente, poucas foram as questões colocadas por Sara. Assim, o contributo do trabalho em grupo para o esclarecimento de dúvidas no âmbito da elaboração da primeira versão do relatório parece ter sido diminuto. Porém, verificou-se que os colegas tiveram um papel importante na seleção da informação relevante para a planificação, levando a Sara a identificar alguns aspetos desnecessários:

Sara – Nós, ao montarmos, temos de ter atenção e não pôr a altura maior e que fique com um ângulo mais de 45, não?

Madalena – Mas 45 graus é na... Não, não faz sentido. 45 graus é com o escorrega a sério. Tu aqui não vais fazer o escorrega a sério, certo?

(...)

Sara – Bora juntar as duas planificações. É assim, já tenho uma coisa mal, então. Porque é assim, porque eu pus que conforme íamos construir depois tínhamos que ir utilizar o seno para saber se tínhamos uma inclinação menor do que 45, mas isso, então, é só para as piscinas, não é?

Sandro – Pois.

Sara – Porque não é na vida real. (T4_A1)

Para além disso, a discussão de ideias favoreceu a atribuição de títulos adequados às figuras, o desenvolvimento de uma estratégia para elaborar os cálculos necessários e dar as indicações solicitadas ao construtor, a melhoria da construção frásica e do rigor científico, mediante uma análise crítica das propostas da Sara, e a superação de dificuldades de comunicação:

Sara – Ele só é uniforme quando...(...) Depois de abandonar, depois de abandonar o escorrega ao chegar...

Sandro – Ao chegar o quê?

Sara – Àquela cena que era assim.

Sandro – Ao troço horizontal. (T4_S1)

No âmbito da reformulação da primeira versão existem evidências do contributo dos colegas no esclarecimento de dúvidas. Estes ajudaram-na a compreender alguns comentários e a rever a produção em função dos mesmos. Essas melhorias incidiram essencialmente no rigor:

Sara – Eu já não entendo o que é que a gente queria dizer com isto.

Sandro – (relê a frase do relatório) Pois, realmente a velocidade (...)

Mas qual percurso vertical? Não há nenhum percurso vertical.

Sara – Eu acho que a gente queria dizer este assim.

Sandro – Inclinado? Mas no inclinado não podes utilizar essa fórmula porque a velocidade não é constante. No horizontal a velocidade é constante, tipo, e com isso, e se é constante poderás calcular a partir desta fórmula, mas no inclinado não é constante a velocidade. (...)

Iremos calcular a velocidade com que este percorre o percurso horizontal e não o vertical. (T4_S1)

De um modo geral, a discussão entre pares parece ter contribuído fundamentalmente para a aplicação de alguns critérios de avaliação, talvez, por isso, a

aluna tenha considerado (no questionário final) que esta estratégia foi a que menos contribuiu para a compreensão dos mesmos.

Feedback

Feedback escrito. Nas entrevistas, a Sara salientou que o feedback escrito, por um lado, facilitou a reformulação dos relatórios em que os mesmos foram feitos, promovendo uma melhor aplicação dos critérios de avaliação e, por outro, permitiu compreender melhor o que se pretendia, facilitando a aplicação de alguns critérios nos relatórios subsequentes e evitando que fossem cometidos os mesmos erros:

Depois vimos o que é que estava mal e o que estava mal, então, emendámos. E o que a stora dizia que faltava nós depois tentámos pôr tudo e organizar também de outra maneira. (E2)

Já tínhamos o outro, a stora já tinha também emendado algumas coisas do outro. Nós já sabíamos como é que havíamos de fazer. (E2)

Sara – Fomos tendo mais uma, uma perceção como é que se havia de fazer, como é que ficava melhor e as coisas que, que nós havíamos de pôr e o quê que não havíamos de pôr.

Inv. – Como é que foram adquirindo essa perceção?

Sara – Primeiro, eu foi mais por causa das entrevistas e depois por causa dos, dos critérios que a stora ia fazendo quando fazia a correção. Nós depois víamos que não podíamos pôr de certa maneira e como é que havemos (...) Como, por exemplo, aqui na introdução, nós começamos: são recolher, os objetivos são recolher. A stora “disse” que: “não se recolhem sempre dados?”. Para a próxima não fica isso. (E3)

O contributo transversal do feedback escrito é mais evidente ao nível da *organização*. Os comentários mais diretos e cuja reformulação passava apenas pela transferência de um parágrafo (devidamente identificado) de uma secção para outra foram formativos, uma vez que os relatórios foram corretamente reformulados e esses erros não voltaram a ser cometidos nos relatórios subsequentes. Para além disso, todos os comentários que sugeriram reestruturações dentro da secção dos resultados fomentaram reformulações na segunda versão. Por exemplo, tanto no relatório da primeira, como no da quarta tarefa, foram agregadas tabelas de acordo com os comentários feitos (exemplo n.º 1) (ainda que, no segundo caso, as alunas considerassem que essa junção não promoveu a melhoria da organização). Várias sugestões (exemplos n.ºs 2, 3 e 4) parecem ter sido consideradas, não apenas nas tarefas em que foram feitas, mas também nas subsequentes. A partir da segunda versão do relatório da segunda

tarefa, deixou de se observar uma repetição de valores nas tabelas (nos casos em que os alunos mantiveram constante uma determinada variável, passaram a unir as células e a apresentar uma única vez o valor), passou a haver uma separação entre o registo e o tratamento de dados e a serem incluídos títulos nas tabelas e nas subsecções do tratamento de dados, ainda que nem sempre fossem específicos e/ou rigorosos (Figuras 17 e 19):

1. Haveria necessidade de fazer uma tabela à parte? (R1_V1)
2. Isto não são registo de dados? (R2_V1)
3. Se a pressão foi sempre a mesma, basta colocar 1 vez. (R2_V1)
4. A tabela devia ter um título. (R2_V1)

Durante a terceira entrevista, a Sara reforçou que o progresso ao nível da organização foi mediado pelo feedback escrito:

Inv. – Em que parte é que te sentes mais, mais à vontade?

Sara- Ah... talvez na parte do registo de dados e no tratamento de dados. Antes fazia um bocado de confusão. Portanto, eu lembro-me que no meu primeiro trabalho na tabela, e o meu tratamento de dados não estava organizado... Estava assim tudo misturado e não se entendia bem, tanto que a stora fartou-se de escrever lá... que outra pessoa não iria entender o que eu queria dizer... E agora já não, tanto que nós tivemos uma ótima nota na parte dos resultados. (E3)

No entanto, o feedback escrito parece não ter beneficiado a compreensão de que não se pretendia a descrição dos cálculos realizados no secção do procedimento experimental. Ao terem sido fornecidos comentários incompatíveis, tanto no relatório da primeira, como no da segunda tarefa (uns pediam a clarificação da descrição dos cálculos e outros sugeriam que essa descrição era desnecessária), verificou-se que não foram eliminadas estas descrições nas segundas versões destes relatórios. Esta situação salienta a importância de se fornecer feedback tendo em conta os critérios de avaliação. Um outro aspeto que parece não ter sido clarificado com os comentários escritos foi a importância de separar os objetivos da fundamentação teórica (Figura 8.28), uma vez que não se observou qualquer alteração neste sentido na segunda versão do relatório da segunda tarefa.

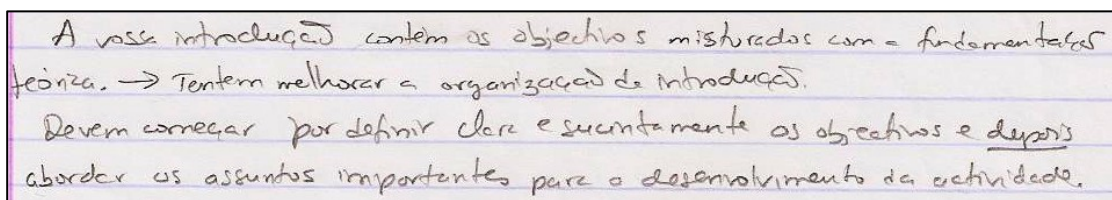


Figura 8.28. Excerto do feedback fornecido na introdução da primeira versão do relatório da segunda tarefa

No que diz respeito aos comentários que incidiram na *completude*, isto é, que sugeriram a inclusão de temas/itens que estavam ausentes na primeira versão, verificou-se que: i) nos casos em que a informação a introduzir podia ser consultada em fontes (por exemplo, a definição de volume molar, no relatório da segunda tarefa); ii) quando envolviam a reprodução daquilo que já tinha sido feito (o tratamento de dados relativo aos restantes gases, no relatório da segunda tarefa) e, iii) quando foram fornecidos exemplos de como fazer (a descrição dos passos realizados durante a exploração da simulação no procedimento da segunda tarefa), as segundas versões passaram a incluir o que tinha sido solicitado. Porém, quando incidiram em itens que a Sara não tinha ideia de como poderia fazer, tais como: i) o esquema ilustrativo no relatório da segunda tarefa, ii) a indicação das limitações da estratégia escolhida e de alterações a fazer ao procedimento para minimizar os erros, no relatório da primeira tarefa, iii) a justificação da pertinência dos temas seleccionados para abordar na fundamentação teórica (na primeira tarefa), iv) a indicação da forma como os erros afetaram os resultados (na segunda tarefa), não ocorreu qualquer modificação na segunda versão. Logo, os comentários que apelaram à utilização de competências mais complexas, como o pensamento crítico, tiveram pouco sucesso.

No que diz respeito ao *desenvolvimento e argumentação*, a maioria dos comentários fomentou explicitações que conferiram maior qualidade às segundas versões (Ver Quadro 8.2), com a exceção da descrição dos cálculos realizados (nas planificações dos relatórios das duas primeiras tarefas) e de situações particulares que parecem ter resultado da não compreensão do que se pretendia com o comentário escrito e da falta de tempo para reformular tudo:

Inv. – O que é que vocês registaram da simulação? Valores de quê?

Sara – Valores da, da massa que existia dentro do balão, pois.

(...)

Sara – Nós falámos, conversámos sobre isto, mas não chegámos a, a perceber, porque era: que dados recolheram através desta simulação. Nós não chegámos a perceber se era os dados, aqueles que nós metemos na,

nos resultados, naquelas tabelas ou se era o quê. Mas como nós achámos que não era isso e não chegámos a perceber... (E2)

Não fizemos que era para tirarmos dúvidas com a professora, só que depois era para entregar e acabámos por não, não emendar nada. (E4)

Quadro 8.2.

Apresentação de dados empíricos que ilustram o carácter formativo do feedback escrito que promoveu o desenvolvimento e argumentação da segunda versão

Primeira versão do relatório	Comentário	Reformulação
Nesta actividade vamos considerar o sistema conservativo, uma vez que uma das medidas de segurança é o caudal mínimo de lubrificação das pistas de deslizamento que deve variar entre 500 l e 1500 l. (R4_V1)	Sejam mais explícitos. Porque razão esta medida de segurança vos leva a considerar que o sistema é conservativo?	Sara – É assim, ela tá a perguntar o que é que isto tem a ver por ser um sistema conservativo. Temos que explicar que é para não haver atrito e que a água faz escorregar mais rapidamente. (T4_S1)
Para ter um maior rigor nos resultados escolho a proveta, devido às dimensões da areia. (R1_V1)	Não se percebe porque razão a escolha da proveta está relacionada com as dimensões da areia.	Escolho a proveta porque o gobelé é um instrumento com pouca precisão e uma pipeta não é muito adequada para medir o volume da areia (sólido) pois adequa-se mais á medição do volume de líquidos. (R1_V1)
Ligou-se o digitímetro colocando este na opção B, para que este nos desse o tempo, em milésimo de segundo. (R4_V1)	O digitímetro na opção B estava a medir que tempo? (...) Poderiam explicitar onde está localizada a célula fotoelétrica.	...tempo, que a esfera demorava a passar pela célula fotoelétrica, que estava colocada no final do troço horizontal... (R4_V2)
Com a simulação chegámos à conclusão que a hipótese de Avogadro é correcta, porque se se manter a temperatura (0°C), a pressão (530 mm Hg) e o volume (500,0 mL), os diferentes gases (...) contêm o mesmo número de moléculas. (R2_V1)	Nestas condições qual o número de moléculas/átomos? Justifiquem sempre as vossas conclusões com base nos vossos resultados.	...ou seja todos os gases contêm 9.39432×10^{21} moléculas (no caso do oxigénio (O ₂), do azoto (N ₂) e do cloro (Cl ₂) e átomos no hélio (He), néon (Ne) e árgon (Ar).

Em algumas situações verificou-se que a melhoria não correspondeu exactamente ao desejado devido a dificuldades na expressão escrita.

No que diz respeito ao *rigor*, dos vinte e dois comentários escritos nas várias secções das primeiras versões dos relatórios das quatro tarefas, doze estão associados à

melhoria esperada, três a uma melhoria que não foi totalmente ao encontro do pretendido e sete estão associados a uma ausência de melhoria. Assim, 73% dos comentários parece ter fomentado a utilização de um discurso mais rigoroso. Atendendo a que cada tarefa incidiu num tema diferente não foi fácil identificar situações em que os comentários pudessem ter sido aplicados de uma forma transversal. No entanto, verificou-se que, a partir da segunda versão do relatório da primeira tarefa, a Sara deixou de utilizar inadequadamente a palavra peso e passou a utilizar o termo massa (falha que tinha sido assinalada na primeira versão do relatório da primeira tarefa - Figura 8.13).

Quanto aos comentários que não foram formativos, verificou-se que alguns deles não promoveram a identificação do erro (falas 1 a 4). Noutros casos, não foi mobilizado o conhecimento necessário para proceder à correta reformulação (fala 5):

1. Sara – Comentário: “só vos interessa a parte escalar do vetor velocidade.”
(...)
2. Sandro – A parte escalar, ou seja, a parte que corresponde ao valor.
3. Sara – E então?
4. Madalena – Então e aquilo não é o valor? [e não retiraram o símbolo de vetor no título da linha da tabela]
(...)
5. Sara – “Atenção ao número de algarismos significativos com que devem apresentar os vossos resultados.” (...) Então deixa-se com duas casas né, é melhor, ou três. Então fica, para aí... (T4_S1)

Também o único comentário que incidiu na *coerência* do objetivo não foi formativo, porque o erro não foi identificado. Na primeira versão do relatório da quarta tarefa escreveram que pretendiam relacionar o valor da velocidade com que o corpo deixa um plano inclinado com o valor da velocidade com que chega à posição de impacto. Porém, esta afirmação é incoerente com o que fizeram experimentalmente, uma vez que não determinaram a velocidade que a esfera tinha imediatamente antes de colidir com o chão. O discurso da aluna, durante a entrevista, sugere que considera o ponto de impacto a zona horizontal da rampa (e não o ponto em que atinge o solo). Assim, a dificuldade no discurso escrito e oral parece ter condicionado a melhoria de alguns aspetos (sendo este apenas um exemplo):

Inv. – Qual é o ponto de impacto?

Sara – É este... é a altura que o escorrega se encontra deste ponto de aqui, aqui [na parte horizontal da rampa].

(...)

Sara – Nós só queríamos determinar a velocidade com que chegava ao ponto b, ou então ao fim da calha?

Inv. – E é isso que está aqui escrito?

Sara – Não. (E4)

Neste relatório, o comentário feito com o intuito de promover a reflexão sobre a coerência de uma das afirmações da conclusão & reflexão também não fomentou qualquer melhoria, já que a frase comentada permaneceu inalterada na segunda versão:

Os vossos resultados corroboram a conclusão de que a única força que actua na esfera enquanto esta se desloca na calha é a força gravítica? Porquê? (É fundamental que haja COERÊNCIA entre os resultados obtidos e as conclusões). (R4_V1)

Tal sugere que os comentários que não indicaram claramente a inadequabilidade das frases/terminologia e não sugeriram diretamente a sua eliminação/correção não tiveram sucesso.

Apesar de o contributo de alguns comentários parecer ter sido transversal (aplicar-se a outros relatórios), também se verificou, com alguma frequência, o oposto, isto é, a utilização restrita (apenas no local onde foram feitos) e limitada de alguns deles, ou seja, sem uma reestruturação da produção. Por exemplo, no procedimento do relatório da quarta tarefa, os alunos não tiveram o cuidado de reestruturar o texto após as alterações que efetuaram (Figura 8.29).

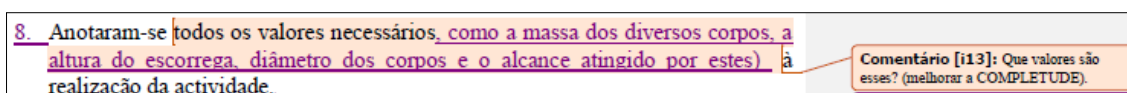


Figura 8.29. Excerto do procedimento da segunda versão do relatório da quarta tarefa (incluindo o feedback fornecido na primeira versão, a laranja, e o que foi adicionado pelos alunos, a roxo)

Para além disso, a expressão matemática que foi comentada (“Atenção à expressão do alcance (reparem na raiz quadrada!)”) foi alterada no local em que o erro foi assinalado, mas permaneceu inalterada noutra zona do relatório. Também em relação às tabelas de registo de dados deste relatório se verificou a ausência de uma reestruturação que seria desejável para minimizar as repetições (Figura 8.18). No relatório da segunda tarefa ocorreu uma situação semelhante. Na primeira versão do relatório solicitei a utilização de um maior número de algarismos significativos na determinação da massa molar (“Tendo em conta o rigor pretendido podem calcular M

com + Algarismos significativos”), verificando-se que, na segunda versão, a determinação da massa molar e da quantidade de substância foram apresentadas com um maior número de Algarismos significativos, porém, alguns resultados finais estavam incorretos. O facto de os resultados apresentados na primeira versão (com menor número de Algarismos significativos) serem todos iguais sugere que a reformulação dos cálculos foi realizada apenas para o primeiro gás e esse resultado terá sido copiado para os restantes gases.

Feedback oral. No questionário final, a Sara apontou o feedback como uma das estratégias/instrumentos mais importantes para a compreensão dos critérios de avaliação (logo após a rubrica). De acordo com a aluna, “com o feedback da professora consegui compreender os critérios, pois foram bem esclarecidos” (QF). Nas entrevistas, salientou que o feedback oral a ajudou a compreender de que forma poderia aplicar os critérios de avaliação e facilitou a compreensão dos indicadores e de alguns comentários escritos, através do confronto da sua produção com o esperado:

Inv. – Há alguma dificuldade em compreender alguma... alguma das coisas que, que aqui estão na grelha?

(...)

Sara – Como já tínhamos outra entrevista antes eu já sabia.

Inv. – Então, mas o que é que a entrevista...

Sara – Porque nós já tínhamos analisado os indicadores. (...) Se também não tivesse as entrevistas não, não chegava... ia pensar bem em cada tópico, em cada nível e isso assim. (...) O que eu acho que me ajuda mais é depois de fazer o relatório e depois do que, pronto, do que estamos a fazer agora, a analisar cada parte. Aí é que eu entendo onde é que eu podia ter feito melhor ou do que é que me esqueci. Porque, por exemplo, eu agora tinha estado em casa e isso assim, eu via as correções, mas não percebia, olhava e não percebia o que é que faltava o porquê da avaliação e, mesmo na conclusão, que eu percebi que não tinha feito uma parte dela, se tivesse em casa sozinha se calhar não chegava lá. (E3)

De acordo com as palavras de Sara, a entrevista parece fomentar uma análise que provavelmente não teria tanta profundidade se fosse realizada individualmente. O feedback oral parece ter fomentado a confrontação da produção com o esperado, ajudando a Sara a constatar o que deveria acrescentar ou modificar para ir ao encontro dos comentários escritos e, em algumas situações, a melhorar (oralmente) a sua produção. A análise das outras fontes de dados sugere que o feedback oral também contribuiu para a *compreensão* do significado da expressão: “baseadas explicitamente em evidências”.

A aluna indicou também que o feedback oral fornecido nas aulas permitiu esclarecer dúvidas sobre o próprio desenvolvimento da tarefa (falas 1 e 2):

1. Sara – Depois ele ajudou-me a fazer as perguntas, fomos parando. Depois, às vezes, chamávamos a stora (risos). (E2)
2. Sara – Nós tínhamos as medidas experimentais e tínhamos depois que dizer ao construtor as medidas reais e foi aí que nós sentimos mais dificuldades, nos cálculos que tínhamos que realizar para conseguirmos dar os dados na carta e tivemos que tirar dúvidas com a professora e falar com os colegas. (E4)

Para além disso, parece ter tido um contributo importante na *aplicação* de alguns descritores, nomeadamente na identificação de temas a explorar na fundamentação teórica (principalmente na primeira tarefa), na identificação da menor divisão da escala e da incerteza absoluta de leitura na terceira tarefa, no raciocínio que conduziu à realização dos cálculos em todas as tarefas e, inclusivamente, na correção de erros de cálculo analítico (na terceira tarefa), na interpretação dos resultados (em todas as tarefas, exceto a terceira) e na melhoria da expressão escrita. No entanto, o feedback oral (em complementaridade com as outras estratégias/instrumentos) não fomentou a explicação do modo como as fontes de erro identificadas afetam os resultados.

No que diz respeito ao *contributo transversal*, isto é, aspetos discutidos que parecem ter sido considerados em relatórios subsequentes, as evidências sugerem que o feedback oral:

- i) associado também à análise do relatório-exemplo, favoreceu a escrita de objetivos sintéticos*;
- ii) favoreceu a organização da secção dos resultados com a separação entre o registo e o tratamento de dados;
- iii) promoveu a ausência de arredondamentos das medidas realizadas;
- iv) promoveu a indicação dos resultados para justificar as conclusões retiradas*;
- v) facilitou a compreensão do que se pretendia relativamente à indicação das fontes de erro.

* aprendizagem pouco consistente (estes itens/critérios não foram corretamente aplicados em todos os relatórios realizados após ter sido fornecido o feedback oral)

Autoavaliação

As reflexões sobre os relatórios

Ao longo da elaboração dos relatórios, por vezes, a Sara mostrou-se descontente com as suas propostas ou com determinadas partes do trabalho. Pontualmente, identificou concretamente os aspetos que, no seu entender, estavam menos bem feitos ou as razões pelas quais considerava que não estavam a ser atingidos os padrões de qualidade (falas 1 a 5), mas noutras situações não o fez (falas 6 a 9):

1. Sara – Se tivermos positiva vai com uma sorte danada. (...)
2. Prof. – Então, mas porquê? Não estão a gostar daquilo que estão a fazer?
3. Sara – Eu não.
4. Prof. – Acham que está a ficar muito mal feito?
5. Sara – Muito mal explicado. (T2_A3)

6. Sara – Registámos a temperatura mais baixa obtida pelo termómetro. Fica bem?
7. Camila – Acho que sim.
8. Sara – Não fica lá muito bem. (T3_S1)

9. Sara – [depois de explicar à professora a sua sugestão para organizar o registo de dados] Pronto, tá um bocadinho confuso, mas... (T4_A1)

Para além disso, por vezes, a Sara demonstrou alguma dificuldade em fazer uma análise crítica ao trabalho desenvolvido (ou às suas propostas), mesmo depois de serem salientados determinados pontos fracos:

Sara – Agora mete legenda.

(...)

Sandro – Esquema...

Sara – da conservação de energia.

Sandro – O que é que isso tem a ver com a lei da conservação de energia? O que é que essa imagem tem a ver com a lei...

Sara – Tu tás a explicar.

(...)

Sandro – Continuo a achar que simulação do escorrega não fica bem.

Sara – É pá, ó Sandro estás a embirrar com coisas que não tem nada a ver. (T4_A2)

No que diz respeito às *reflexões escritas* realizadas aquando o término dos relatórios, podemos verificar que, geralmente, foram muito sucintas e semelhantes ao conteúdo da rubrica ou da grelha com os critérios de avaliação. Aliás, algumas delas constituíram uma cópia integral do nível em que a Sara considerou enquadrar-se, principalmente na segunda versão do relatório da primeira tarefa:

Está de uma forma pouco detalhada e organizada. (R1_V1)

Apresento as estratégias de uma maneira confusa. (R1_V1)

Indico os objectivos da actividade e explico os princípios científicos associados à experiência de uma forma detalhada. (R1_V2)

Nem todos os passos estão explicados detalhadamente. (T2_A3)

Definiram-se e explicaram-se todos os fundamentos teóricos (...) associados à experiência. (T4_A3)

Esta forma de justificar os níveis atribuídos, por vezes, demonstrou que a análise realizada foi pouco crítica. Na reflexão escrita da segunda versão do relatório da primeira tarefa, a Sara indicou que apresentou um esquema ilustrativo e a previsão de resultados, quando tal não correspondia à realidade (“apresento um esquema que ilustra o procedimento”; “indico os resultados que prevejo obter”). Durante a entrevista, disse que tinha referido a presença do esquema porque, ao considerar que se enquadrava no nível três, limitou-se a passar o descritor desse nível sem o ter confrontado com a sua produção:

Inv. – Nesta versão tu disseste que apresentas um esquema para ilustrar o procedimento na justificação porque é que tens o nível três.

(...)

Sara – Porque foi à pressa. Não, foi porque, como parecia, pensei que o nível dois não era, era mais abaixo do que tinha feito [na primeira versão] pus o nível três e, ao passar a grelha [copiar o descritor], passei a da tabela sem reparar sequer. (E1)

Nos relatórios seguintes esta situação não se verificou (não indicou que estavam presentes itens que afinal não estavam), o que sugere que as reflexões escritas foram realizadas de uma forma mais crítica (mais baseada no confronto entre a rubrica e a produção).

A partir da observação dos anexos 27 a 30¹³, podemos verificar que, desde a primeira tarefa, a Sara deu ênfase à reflexão sobre os critérios completude, desenvolvimento e organização, coincidindo com aqueles que são referidos mais frequentemente na primeira rúbrica. No entanto, a partir de esclarecimentos fornecidos durante as entrevistas, foi possível compreender que as falhas apontadas à organização, afinal (também) envolviam outros critérios, como o rigor. Relativamente à primeira versão do relatório da primeira tarefa, apontou como aspetos menos conseguidos a organização da introdução (“está de uma forma pouco detalhada e organizada”). Porém, do ponto de vista da Sara, esta falha parece estar associada a uma incerteza relativamente ao rigor do conteúdo:

Por isso é que eu digo que também não estava muito bem organizado porque, depois, eu a explicar baralhava-me um pouco e não sabia bem se estava a pôr certo ou errado. (E1)

Assim, apesar de o rigor raramente ter sido focado nas reflexões escritas, também parece ter sido, de certa forma, analisado. Porém, as palavras escolhidas para o exprimir (por escrito) não o fizeram emergir. Talvez o facto de a escrita e linguagem científica não surgirem nos descritores associados a cada uma das secções do relatório (porque são parâmetros que se aplicam a todas as partes e, por isso, foram colocados à parte) possa ter contribuído para que este critério não tivesse tido mais enfoque.

A coerência apenas foi focada na reflexão sobre o quarto relatório, coincidindo com a substituição da rúbrica pela grelha com os critérios de avaliação que dá mais importância a este critério do que a rúbrica. Assim, os dados parecem sugerir que a ênfase que é dada a cada um dos critérios de avaliação fornecidos aos alunos poderá influenciar as reflexões que fazem.

Na única tarefa em que a Sara fez uma reflexão escrita sobre ambas as versões do relatório observa-se uma elevada discrepância entre a frequência de parâmetros apontados como pontos fortes e fracos em cada uma delas. Enquanto que na reflexão escrita sobre a primeira versão do relatório da primeira tarefa ela indicou quase exclusivamente pontos fracos, na reflexão sobre a segunda versão apontou

¹³ A Sara disse que, na segunda tarefa, não prestou muita atenção à reflexão escrita. Esta foi feita fundamentalmente pelo colega (“Acabou por fazer mais ele a autoavaliação (...) Eu acabei por não, também não ser eu a fazer propriamente nem, nem liguei muito”, E2) e, na quarta tarefa, parece que nem sempre concordou com as reflexões feitas pelos colegas, por isso, relativamente a estas duas tarefas, apenas foram analisadas as reflexões que ela fez ou aquelas em que existem evidência(s) de concordância da sua parte.

essencialmente pontos fortes. Para além disso, observou-se que, na segunda versão, quase sempre, atribuiu níveis mais elevados (exceto na introdução e nos resultados) comparativamente com a primeira versão. Durante a entrevista, explicou que considerou que o facto de ter feito a revisão da primeira versão conduziu a um progresso que deveria ser refletido nos níveis atribuídos:

Aqui [2ª versão] tentei emendar um bocadinho melhor e como tinha emendado melhor, pus para um nível mais elevado, foi mais por isso.
(E1)

Tal parece apoiar a conceção de que as alterações realizadas com base no feedback escrito conduzem necessariamente à melhoria de uma produção. Para além disso, a reflexão que é feita na segunda versão, por vezes, não resultou diretamente de um confronto entre os critérios de avaliação e a produção, mas entre a primeira e a segunda versão. No entanto, nem sempre se verificou esta situação. Neste mesmo relatório, observou-se um grande progresso na organização dos resultados, mas, ainda assim, a aluna considerou que não seria suficiente para que pudesse atribuir o nível seguinte:

Inv. – E aqui continuaste a autoavaliar-te com nível 3.

Sara – Sim. Porque achei que estava, podia estar mais bem organizado, mas para estar no nível 4 tinha que estar muito melhor. Lá está. Agora não era nem no 3 nem no 4. Era a meio porque para estar no 3 também achei que era pouco, estava mais bem organizado e tudo, mas para estar no 4 também era preciso estar mesmo bem bem, e bem bem não estava.
(E1)

A diferença entre o descritor do terceiro e do quarto nível referente aos resultados reside apenas na completude e ausência de incorreções (que são contempladas no descritor do último nível, mas não no terceiro). Ambos os descritores referem que os dados devem ser registados de forma organizada. Tendo em conta que a razão apresentada para a não atribuição do nível quatro incidiu apenas no critério organização, subentende-se que a aluna tenha criado os seus próprios padrões relativamente à organização para diferenciar a qualidade deste critério e que os níveis atribuídos não se basearam apenas nos descritores, mas também nesses padrões.

Na quarta entrevista, emergiram outros dois fatores que pareceram ter influenciado a apreciação da qualidade da produção: o empenho despendido na

realização do relatório e o facto de ele ser o fruto da seleção das melhores partes dos trabalhos desenvolvidos individualmente pelos vários elementos do grupo e ter sido analisado por todos. Esta situação vem apoiar a ideia de que as reflexões realizadas pela Sara sobre as produções têm em conta, não só os critérios de avaliação estabelecidos, mas também os autoimpostos:

Na altura também como deu muito trabalho, ah, e depois como fizemos todos e olhamos para todos e olhamos para o melhor achámos que tava bom. (E4)

No que diz respeito à profundidade das reflexões escritas, geralmente, não foi apresentada uma argumentação que indicasse especificamente os aspetos da produção que justificavam as afirmações. Mas, quando discutiu com o seu colega o que deveriam escrever no âmbito da reflexão sobre a primeira versão do relatório da segunda tarefa, a Sara fez alusão à razão pela qual considerava que a organização constituía um ponto fraco dos resultados (a ausência de outras tabelas para organizar o tratamento de dados). Tal sugere que a forma oral das reflexões poderá estimular mais a argumentação do que a forma escrita:

Sara – Aqui acho que não metemos que estava organizado.

José – Então, fizemos uma alta tabela.

Sara – Mas foi só uma, de resto não fizemos mais nada. (T2_A3)

A partir da análise dos anexos 26 a 29, verificamos que a percentagem de itens avaliados pela Sara em conformidade com produção foi: 67% e 60% na primeira e segunda versão, respetivamente, do relatório da primeira tarefa (6 em 9 e 9 em 15), 100% na primeira versão do relatório da segunda tarefa (5 em 5), e 75% na primeira versão do relatório da quarta tarefa (6 em 8). Assim, a percentagem de apreciações fidedignas com a respetiva produção foi maior no âmbito dos relatórios da segunda e quarta tarefas do que em ambas as versões do relatório da primeira tarefa, o que poderá ter ocorrido em virtude da apropriação dos critérios de avaliação.

À semelhança do que se verificou durante a elaboração dos relatórios e das reflexões escritas, também nas *entrevistas*, muitas das reflexões da Sara foram vagas. Indicavam que um determinado parâmetro estava mais ou menos (ou poderia estar melhor), mas não apontavam lacunas concretas (falas 1 a 5). Outras foram mais específicas, mas salientaram lacunas ou erros que já tinham sido focados em comentários escritos (fala 6) ou discutidos oralmente no grupo-turma (falas 7 e 8):

1. Inv. – Mas achas que há alguma falta de rigor científico aqui na tua introdução?
2. Sara – É assim, não está má, mas também não está ótima. Está boa. (E2)
3. Sara – A escrita ah... da escrita acho que penso que é três e na linguagem científica é dois.
4. Inv. – Então? A linguagem científica é sempre dois? Porquê?
5. Sara – É porque tem de ser sempre, tem de haver sempre algum, alguma... incorreções. (E3)
6. Sara – Não tá assim muito bem porque os títulos e tudo podia estar mais explícito para as pessoas perceberem o que é que nós tínhamos ido fazer. (E2)
7. Inv. – Portanto, consideras que, agora, fizeste isso tudo, na 2.^a versão?
8. Sara – Não. (...) Não, porque não pus várias estratégias, só pus uma. (...) O porquê de escolher uma ou não outra porque pensava que era o aparelho que nós usávamos para medir o volume, pensava que era o gobelé, pipeta... e não sabia que era mesmo outra estratégia, então pus 3, mas afinal não. (...) E como expliquei o porquê pensava que estava a fazer bem. (E1)

Durante as entrevistas, de um modo geral, a Sara indicou corretamente os itens presentes e ausentes no relatório. Uma vez, completou a análise que tinha sido realizada por escrito (falas 1 e 2), isto é, analisou aspetos que não tinham sido focados previamente, outras vezes, contrariou-a (fala 3):

1. Na representação não fizemos nenhuma, portanto, nem um tínhamos. Tínhamos zero. (E2)
2. Mas não sugerimos possíveis alternativas. (E3)
3. (leitura da reflexão escrita:) “Explico o que aprendi detalha e organizadamente.” Pois eu não expliquei. Eu aqui isto está para aí no nível 1 porque eu não explico o que é que aprendi. (E1)

Estas evidências sugerem, então, que as entrevistas fomentaram uma análise mais crítica e detalhada das produções, não só por ter sido proporcionado um momento específico com esse intuito, mas também porque, em algumas situações, foram fornecidos esclarecimentos que parecem ter levado à compreensão daquilo que se pretendia. Por exemplo, na terceira entrevista, a ausência de um dos itens da secção das conclusões & reflexão no relatório (a explicação do modo como as fontes de erro

identificadas afetam os resultados) só foi identificada após eu ter explicado o que se pretendia (aliás, a ausência deste item nunca foi indicada como ponto fraco dos relatórios apesar de nunca ter estado presente). Deste modo, os dados sugerem que, quando a Sara compreende o que se pretende relativamente a um determinado item consegue identificar a sua presença (ou não) no relatório. Porém, um entendimento diferente acerca do que é esperado condiciona, tanto a sua elaboração, como a sua análise porque pode fazer com que a aluna considere que está a ir ao encontro do pretendido, quando não está.

As reflexões que culminaram na reformulação do relatório

Ao longo do estudo emergiram algumas situações em que foram desenvolvidas (implícita ou explicitamente) todas as fases do processo de autoavaliação: a) análise do que foi feito; b) identificação da diferença entre a produção e o que era esperado face aos critérios de avaliação; c) identificação do que deve ser feito, e; d) reformulação da produção. Ao rever a primeira versão do relatório da primeira tarefa, a Sara verificou, autonomamente, que a organização da secção das conclusões & reflexão poderia ser melhorada e, conseqüentemente, alterou a segunda versão (deixou de intercalar as dificuldades sentidas com a indicação dos erros cometidos):

Eu aqui achei que estava, como é que eu hei-de dizer, que estava misturado, ou seja, começava com uma dúvida, depois já acabava noutra e não explicava o porquê e aqui tentei emendar um bocadinho melhor.
(E1)

Ao longo do desenvolvimento dos relatórios, depois de analisar as suas propostas ou as dos colegas, também fez algumas sugestões com o intuito de melhorar: i) o desenvolvimento da fundamentação teórica (fala 2), ii) a correção ao nível da utilização da língua portuguesa (falas 3 a 7); iii) a correção na apresentação das expressões matemáticas (fala 8) e o rigor da definição de leis (fala 9); iv) o desenvolvimento e coerência da descrição do procedimento relativamente ao que fizeram experimentalmente (falas 10 e 11), e; v) a organização das tabelas apresentadas nos resultados (fala 13):

1. Madalena – No movimento retilíneo uniforme, se o corpo tem movimento no sentido positivo da trajetória os valores do deslocamento e da velocidade são positivos.
2. Sara – E aí mete e a aceleração é nula. (T4_A2)
3. Sara – Não, porque já meteste variar atrás. Mete: for diferente. (T2_A2)
4. Sara – Houver maior variação de temperatura. Posso pôr assim entre parêntesis, ou achas que fica mal? Arrefecer demais. Não fica muito bem, né?
5. Simão – Não fica nada bem.
6. Sara – Ou seja, o processo onde houver maior variação de temperatura e consequentemente arrefecer mais. Sim? (T3_S1)
7. Sara – Vê lá se fica bem: Medições efetuadas sobre a massa e a temperatura. Não! Da massa e da temperatura. (T3_S1)
8. Sara – Mete aqui x máximo. (T4_A2)
9. Sara – Um corpo continua em repouso ou em movimento retilíneo uniforme sempre que as forças que nele atuam se equilibram. [depois de ler o que tinha escrito na sua preparação, acrescentou:] Se equilibrem ou se anulem. (T4_A2)
10. Sara – E depois de medir a água fria é que metemos este passo. (...) Então isto fica o terceiro passo, acho. (...)
11. Sara – Fomos registando todos os dados obtidos. Ah, falta primeiro aqui o: registámos a temperatura da água mínima.
12. Camila – Exato. Falta isso, falta. (T3_S1)
13. Sara – Apaga os traços e mete só uma vez. (T4_A1)

Nas tarefas em que o relatório foi totalmente concebido em diáde/grupo (e não resultou da compilação do trabalho desenvolvido individualmente extra-aula), a Sara ia fazendo constantemente propostas com o intuito de melhorar a clareza e o rigor do texto, verificando-se que, quando passava para o papel, por vezes, fazia, ainda, pequenas alterações que conferiram maior rigor à produção:

Relacionámos, ainda, o volume molar. Não, relacionamos ainda os mole com os miligramas para saber... (...) Podemos começar a dizer: começámos por fazer o volume molar de, com uma pressão à nossa escolha. (T2_A3)

Calculámos o volume molar com uma pressão à nossa escolha. (R2_V1)

Não obstante a autoavaliação poder ser um processo interno (e a primeira tarefa ter sido realizada individualmente, o que dificultou o acesso às reformulações efetuadas), o facto de as propostas de melhoria que se observaram durante o desenvolvimento do relatório das terceira e quarta tarefas envolverem um maior leque de critérios de avaliação (para além da construção frásica e da organização do texto) parece apontar para um desenvolvimento da competência de autoavaliação. Talvez a apropriação dos critérios de avaliação tenha fomentado a análise e reformulação da produção relativamente a outros critérios, como o desenvolvimento, a coerência, e o rigor.

No que diz respeito ao processo de autoavaliação desencadeado pela realização das reflexões escritas, não existem evidências de que estas tenham fomentado a melhoria dos relatórios. Aliás, a Sara confirmou-o: “Também vou ser sincera, muitas vezes, nós fazemos a autoavaliação [reflexão escrita], mas, depois, acabamos também por não emendar” (E5).

Durante as entrevistas, também foram poucas as ocasiões em que a Sara fez sugestões para melhorar a produção. Na segunda entrevista, identificou, relativamente à segunda versão, itens que não foram desenvolvidos com a extensão que considerava ser a desejável (falas 1 a 3) e salientou a falta de completude do registo de dados (aspeto que tinha sido comentado na primeira versão e que não foi completado na segunda) (falas 4 e 5), indicando o que deveria fazer para melhorar. Na terceira entrevista, propôs a alteração de uma parte do texto das conclusões & reflexão para o tornar mais sintético e rigoroso (fala 6) e, na quarta entrevista, propôs modificações com o intuito de melhorar a construção frásica de um dos passos do procedimento (falas 7 a 10) e a organização da fundamentação teórica (falas 11 a 16):

1. Sara – Nós escrevemos quase todos, mas falou alguns. (...)
2. Inv. – Então que passos é que faltam aqui no teu procedimento?
3. Sara – (...) Não pudemos ir ao programa (...) e, então, esquecemo-nos de pôr alguns passos e exemplificar melhor os passos, pôr mais aprofundadamente. Nós metemos assim mais geral. (E2)
4. Inv. – Achas que não registaste todos os dados?
5. Sara – (...) Por exemplo, naquela parte que nós não conseguimos aceder ao site, tinha dito doutros gases, falta isso. Pôr mais exemplos para se perceber melhor. (E2)
6. Sara – Podíamos ter arranjado uma maneira mais simples de explicar isso tudo, que era dizer que era um sistema isolado. (E3)

7. Inv. – Lê lá a frase que vocês escreveram.
8. Sara – Hi, tem um parêntesis (risos). Anotaram-se todos os valores necessários como a massa dos diversos corpos, a altura do escorrega, diâmetro dos corpos e o alcance atingido por estes. Pois, não tá nada bem, não.
9. Inv. – Não? Então?
10. Sara – Não, a gente se calhar enganou-se. Se calhar enganámo-nos mesmo, porque penso que, no início, nós queríamos pôr: anotaram-se todos os valores necessários à realização desta atividade, como tal, tal, tal. Devia ser isso que nós queríamos escrever. (E4)
11. Inv. – Esta parte diz respeito a que parte da trajetória?
12. Sara – A esta parte, à parte dos desenhos em que diz... ainda antes do..., refere-se antes do lançamento, do projétil.
13. Inv. – Humm humm.
14. Sara – Pois...
15. Inv. – O quê? O quê que é o pois?
16. Sara – Ahhh, devia de estar as coisas por ordem, devíamos primeiro ter posto a parte do, dos movimentos, da lei e isso, e depois então pôr, quando já... a partir de quando o projétil foi lançado. (E4)

Atendendo a que o processo de autoavaliação não ocorreu na primeira entrevista, mas observou-se nas restantes podemos sugerir que a participação neste estudo pode ter fomentado o desenvolvimento desta competência.

As perspetivas da Sara acerca da autoavaliação

A conceção da Sara acerca do que é e para que serve a autoavaliação parece ter-se alterado com a participação neste estudo. Na primeira entrevista, as suas palavras parecem sugerir que a autoavaliação pode ser sinónimo apenas de auto classificação, ou incluir a identificação dos pontos fortes e fracos, mas parece não abranger o processo de reformulação:

- Inv. – Antes de os entregar costumas fazer uma autoavaliação dos trabalhos que fazes ou nem por isso?
- Sara – Só quando é pedido, de resto... Sei mais ou menos o que é que fiz, mas nem sequer penso o que é que posso ter. (E1)

No início do estudo, na sua perspetiva, os critérios de avaliação parecem ter apenas a função de classificar e são utilizados fundamentalmente pelos professores: “são os elementos que os professores devem ter em conta para poder avaliar o aluno, como por exemplo o comportamento, pontualidade, testes, fichas, etc.” (QI).

No fim do estudo, a autoavaliação parece ser encarada como um processo que consiste na reflexão sobre o trabalho desenvolvido, mediante a sua confrontação com os critérios de avaliação (os indicadores de níveis de desempenho), e na sua subsequente reformulação. Identificam-se os itens que estão em falta, os erros e os aspetos menos conseguidos e fazem-se as alterações necessárias para produzir um trabalho de maior qualidade:

Inv. – Para que é que achas que serve a autoavaliação?

Sara – Serve para nós conseguirmos, porque nós normalmente fazemos o relatório só que acabamos por não rever o que é que faltava, ou que é que está mal, ou o que é que... Por exemplo, nós temos vários enganos, por exemplo, de repetições, de coisas mal escritas, termos mal postos e se nós fizermos a autoavaliação e formos outra vez pegar nos indicadores e formos ver o que é que nos falta nós podemos ir emendar o relatório e fazê-lo, e torná-lo mais... melhor. (E5)

No que diz respeito ao método utilizado para realizar a autoavaliação parece existir uma discrepância entre aquilo que ela considera que deveria ser feito e o que efetivamente faz. Assim, idealmente, a autoavaliação implica fazer uma releitura atenta de todo o relatório e dos descritores (fala 2). A forma como fez a confrontação entre uma coisa e outra, em algumas situações, parece ter sido realizada intuitivamente e não de forma analítica e refletida. Restringiu-se à atribuição de um nível, baseada apenas na sua memória em relação àquilo que tinha feito, sem que a produção voltasse a ser analisada e confrontada com os descritores (falas 3 a 9):

1. Inv. – E o que é que vocês têm de fazer concretamente, na prática, para autoavaliar o vosso trabalho?
2. Sara – É ver pelos indicadores, o que é que respondemos, o que é que temos e o que é que não temos e isso obriga-nos a ir, a ter que rever tudo, a ter que voltar a ir buscar o trabalho e a emendá-lo e a ver o que é que temos e o que é que não temos. (E5)
3. Inv. – Eu leio, leio tudo, mas depois não vou ler outra vez o que fiz, e acabo por, por exemplo, na organização, às vezes é... porque também é um bocado o tempo. E se nós temos pressa para entregar e se temos outros trabalhos e tudo, depois acabamos mais por ser assim a, a despachar. (...) Nunca entramos assim muito pormenorizadamente, olhamos, damos uma vista de olhos e está organizado vai com um três... isto... percebe? (...) Tá mais ou menos vai com três, vai pó dois. Se tá muito bem vai pró três, pró quatro.
4. Inv. – Pró máximo que houver.
5. Sara – Pró máximo, é.

6. Inv. – E quando fazes a autoavaliação não estás propriamente a reler o quê que cada uma das parte tem, portanto utilizas mais a grelha é antes de fazer... pelo que eu estou a perceber.
7. Sara – Exato.
8. Inv. – E depois quando fazes a autoavaliação...
9. Sara – É mais o que eu acho. (E3)

Quanto às potencialidades da autoavaliação, a Sara aponta o facto de fomentar a identificação dos pontos fortes e fracos e a possibilidade de melhorar a qualidade da produção (falas 2, 4 e 5). Porém, esta segunda mais-valia, do seu ponto de vista, acabou, muitas vezes, por não se verificar, em virtude da inércia e falta de tempo para reformular o trabalho (falas 7 a 9). Apenas no relatório da primeira tarefa a Sara indicou que reformulou a sua produção ao confrontá-la com os descritores (fala 4):

1. Inv. – Aprendeste alguma coisa ao autoavaliar o teu trabalho?
2. Sara – (...) Percebi bem o que é que tinha feito ou o que é que não tinha feito.
3. Inv. – E isso ajudou-te de alguma forma? Perceberes que ainda não estava bom uma determinada coisa, ajudou-te de alguma forma a, a seguir, tentares corrigir ou melhorar aquilo que tu...
4. Sara – Sim, porque eu, ao voltar à tabela [rúbrica], como via as coisas pensava: “ah falta-me uma tabela, por exemplo, para chegar ao nível 3 ou falta-me estar mais bem organizado”, e depois ia tentar emendar. (E1)
5. Sara – Também vou ser sincera, muitas vezes, nós fazemos a autoavaliação, mas, depois, acabamos também por não emendar. Mas se nós realmente... porque a autoavaliação é uma coisa boa porque podíamos tirar partido disso e depois emendar o relatório e, mesmo que não ficasse muito bem, ou ainda passasse algumas coisas, ainda ia ficar melhor do que o que estava.
6. Inv. – Hum, hum. E porque é que vocês, às vezes, acabaram por não emendar?
7. Sara – Porque, às vezes, é por causa do tempo, às vezes, é porque depois, normalmente como é em grupo para estar a emendar um, depois os outros podem não gostar e não tem nexo e, pronto, e depois acabamos por não nos encontrar e isso assim e fica...
8. Inv. – Achas que teria mais efeitos se fizesses a autoavaliação em trabalhos individuais? Quer dizer, a autoavaliação seria mais benéfica?
9. Sara – É assim, em grupo também dá, só que, normalmente, quando é na escola nós estamos sempre apertados, ou é porque temos teste ou assim. (E5)

A Sara considera que a participação neste projeto promoveu a valorização da autoavaliação (fala 3) e permitiu desenvolver esta competência, uma vez que foi sentindo menos dificuldade em autoavaliar os relatórios ao longo do tempo (fala 2):

1. Inv. – Achas se adquiriste a capacidade de autoavaliar os teus trabalhos?
2. Sara – Sim, agora sim. Sim! Nestes relatórios que eu tenho feito agora já, já... já evolui muito mais, mas se calhar depois se for outras disciplinas e as auto, pronto se a autoavaliação for diferente se calhar já não consigo, mas... pelo menos é mais fácil.
3. Sara – Não percebíamos muito bem porque é que era a autoavaliação, porque é que precisávamos de fazer. Se alguém tinha que avaliar eram os professores, então, achávamos um bocado estranho, mas depois fomos percebendo que, à medida que nós vamos autoavaliando, que vamos podendo emendar as coisas e ver o que é que temos mal no nosso trabalho. (E5)

No que diz respeito a possíveis mudanças no método de trabalho, as ideias transmitidas por Sara parecem ser contraditórias. Por um lado, disse que não adquiriu o hábito de autoavaliar cuidadosamente as suas produções (fala 2). Mas, por outro, disse ter adquirido o hábito de reler a sua produção para identificar (e corrigir) os erros (fala 4):

1. Inv. – Lembraste de autoavaliar os teus trabalhos quando não te pedem para fazer isso? Em Físico-Química ou noutras disciplinas quaisquer?
2. Sara – Não. Avalio assim mentalmente. Penso, olha ali falta-me aquilo ou já escrevi aquilo tenho que ir ali emendar qualquer coisa, mas nunca autoavalio assim tão bem, nunca paro para pensar e dizer olha aqui falta aquilo ou... é só porque me surge ou lembro-me. (E5)
3. Inv. – Achas que, num futuro, este trabalho que desenvolvemos ao longo dos dois anos terá algum, algum efeito? Ajudará de alguma forma em termos de futuro?
4. Sara – Sim, eu penso que sim, porque até agora, hoje em dia, quando eu faço algum trabalho já tenho assim mais, mais cuidado em rever tudo e em ler para ver se tem erros. Pronto, já tenho mais essa atenção do que antigamente. (E5)

Esta contradição poderá fazer algum sentido se confrontarmos as palavras de Sara com as observações realizadas. Geralmente, relia a sua produção à medida que a ia desenvolvendo ou após terminar cada uma das secções do relatório para identificar erros ou itens em falta e corrigi-los ou completá-los. No final, fazia a reflexão escrita

essencialmente a partir da confrontação entre os critérios de avaliação e aquilo que se recordava ter feito e, habitualmente, já não procedia a alterações.

No que concerne a outros contextos de aprendizagem, acrescentou que o facto de nem sempre conhecer pormenorizadamente os critérios de avaliação acaba por dificultar o processo de autoavaliação:

Inv. – Se for noutras disciplinas, outros trabalhos, já é mais difícil?

Sara – Sim, até porque não tenho por onde me guiar e, então, acabo por fazer o que já sei de outros anos e toda a experiência. (...) Tenho uma percepção de como está, se dá pá positiva, se não... Mas não costumo avaliar. (E3)

Síntese

No que diz respeito à *compreensão* dos critérios de avaliação, os dados parecem sugerir que a discussão acerca do que era pretendido, geralmente, promoveu um entendimento comum. Porém, a ausência de uma clarificação acerca do que era esperado conduziu à emergência de padrões autoimpostos (por exemplo, a ideia de que era necessário organizar o tratamento de dados em tabelas).

Os critérios ou itens que, inicialmente, não foram compreendidos ou não havia certeza do seu significado (como o esquema para ilustrar o procedimento, o termo sintético ou a expressão justificando a sua pertinência [dos fundamentos teóricos]) parecem não ter sido valorizados, porque não foram contemplados/considerados no(s) primeiro(s) relatório(s) e não houve um questionamento, por parte da Sara, para esclarecer o que era pretendido. A compreensão destes critérios/itens ocorreu ao longo do tempo. O relatório-exemplo parece ter tido um papel importante relativamente aos dois primeiros e o feedback oral em relação ao último. No entanto, a importância da síntese dos objetivos parece não ter sido totalmente apropriada.

Quer a apresentação de estratégias que vieram a revelar-se inapropriadas para a resolução do problema, quer a explicação do modo como as fontes de erro afetaram os resultados foram itens que não constaram em nenhum dos relatórios, o que aponta para a sua *desvalorização* e também para uma aprendizagem pouco consistente dos mesmos. Os outros itens e respetivos critérios parecem ter sido valorizados, uns mais do que outros, uns desde o início, outros mediante o investimento que foi feito para a apropriação dos critérios de avaliação.

No que diz respeito à *aplicação* dos critérios de avaliação, umas vezes, a Sara partiu do que sabia, recorrendo ao senso comum (como foi o caso da previsão da influência da massa no alcance dos projéteis) mas, habitualmente, recorreu ao conhecimento científico e à consulta de fontes (Internet, manual, caderno diário) para desenvolver o relatório. Recorreu também ao questionamento (à professora e aos colegas). No entanto, este ocorreu mais frequentemente durante o desenvolvimento da tarefa (para a delineação da estratégia, a realização das medidas, a tradução analítica dos conceitos e leis aos fenómenos estudados e a interpretação dos resultados) do que durante a elaboração do relatório. Nesta fase, as questões incidiram em aspectos de organização (fundamentalmente no relatório da primeira tarefa) e de escrita (em todos), com o intuito de colmatar dificuldades de comunicação.

Consciente destas dificuldades, a Sara parece ter ainda adotado outras estratégias, tais como: i) a ponderação de alternativas (sugeriu várias formas de exprimir as suas ideias e escolhia a melhor ou pedia ajuda para essa seleção); ii) a realização de algumas partes do relatório num ambiente mais calmo (em casa) e com mais tempo, e iii) a indicação das expressões matemáticas para ajudar a explicar o modo como faria os cálculos (na planificação), em vez de o fazer apenas descritivamente. Para além disso, o receio de errar e de não ser rigorosa parece ter sido também uma das razões pelas quais copiou integralmente algumas informações consultadas (de relatórios anteriores e da Internet, por exemplo). Este receio parece, ainda, ter sido responsável por algumas ausências (por vezes, preferia não fazer do que apresentar algo que pudesse estar errado).

A aprendizagem com o erro (mediada pelo feedback escrito ou oral) foi outra forma de ir elaborando produções de maior qualidade. Por exemplo, verificou-se que deixou de arredondar os valores medidos ao fazer cálculos, deixou de cometer alguns erros científicos (como a utilização indevida do termo peso) e passou a apresentar planificações menos vagas.

Da análise efetuada emergem alguns fatores que parecem ter influenciado a forma como a Sara aplicou os critérios de avaliação. Um deles tem a ver com o conteúdo dos descritores (aquilo que é valorizado e o modo como estão escritos). Por exemplo, o facto de se ter pedido a justificação da pertinência dos assuntos abordados parece ter fomentado a realização de fundamentações teóricas com características próximas da planificação. Outro exemplo diz respeito à explicitação de evidências para justificar as conclusões – parece não estar solicitado de forma clara (do ponto de vista da Sara), o

que poderá ter contribuído para a sua ausência no último relatório. Outro fator é a estratégia de ensino. Verificou-se que relatórios realizados extra-aula têm uma melhor organização e que o relatório da quarta tarefa (em que algumas partes foram realizadas antes da execução experimental), por um lado, teve uma fundamentação teórica com características mais distanciadas da planificação mas, por outro, teve uma planificação mais geral do que os restantes relatórios.

Relativamente ao *papel das estratégias e recursos utilizados para a apropriação dos critérios de avaliação*, a rúbrica foi usada, fundamentalmente, para orientar o desenvolvimento dos relatórios. De uma forma menos relevante possibilitou a confrontação entre o que foi feito com o que era pretendido e, esporadicamente, a subsequente reformulação. O relatório-exemplo e os relatórios das tarefas anteriores parecem ter funcionado como modelos. Mas, se por um lado, facilitaram a compreensão do que era pretendido relativamente a alguns itens, por outro, parecem ter sido encarados como algo a seguir, limitando a criatividade. O contributo da discussão entre pares parece ter incidido fundamentalmente ao nível da aplicação dos critérios de avaliação e o feedback parece ter promovido, frequentemente, a confrontação entre a produção e o pretendido e a sua reformulação. No entanto, por vezes, essa reformulação foi focada e, uma das vezes, foi até conformada (isto é, a aluna não considerou que estivesse a melhorar a sua produção). Mas, noutras situações o contributo dos comentários parece ter-se transferido para os relatórios seguintes. Por vezes, houve a necessidade de complementar a escrita avaliativa com o feedback oral. Este último parece ter favorecido a compreensão do que era pretendido relativamente a alguns aspetos, sobretudo relativamente à fundamentação teórica, aos resultados e às conclusões & reflexão.

No que diz respeito a *aprendizagens e a progressos observados na elaboração de relatórios*, a apropriação dos critérios de avaliação e o desenvolvimento da competência de autoavaliação parecem ter favorecido o aumento da autonomia relativamente à identificação e desenvolvimento de conteúdos na fundamentação teórica, uma melhor integração da informação consultada, descrições mais claras e detalhadas na planificação, a apresentação de esquemas ilustrativos adequados, uma maior especificidade das fontes de erro identificadas e na comparação entre os valores previstos e os obtidos experimentalmente, uma maior adequabilidade dos títulos das linhas/colunas das tabelas e várias melhorias na organização. Contudo, algumas

aprendizagens parecem ter sido pouco consistentes, tais como a atribuição de títulos adequados para as tabelas e a explicitação de evidências (nas conclusões).

No que concerne à *autoavaliação*, parece ter havido uma alteração da concepção da Sara acerca do seu significado. Para além disso, existem alguns indícios que apontam para um desenvolvimento ténue desta competência. Durante o desenvolvimento dos relatórios da terceira e quarta tarefas (principalmente na última) registaram-se, em áudio, maior número de propostas de melhoria e incidindo num maior leque de critérios de avaliação. No que diz respeito às reflexões escritas, a primeira tarefa foi aquela em que a percentagem de apreciações concordantes com a produção foi menor e, a partir da segunda tarefa (inclusive), a Sara deixou de apontar a presença de itens que não constavam na produção.

CAPÍTULO 9

Opinião dos alunos sobre os critérios de avaliação, a sua apropriação e o desenvolvimento da autoavaliação

Este capítulo, baseado na análise das respostas ao questionário inicial e final fornecido a todos os alunos da turma, apresenta as suas conceções sobre os critérios de avaliação (antes e após o estudo), as suas perspetivas acerca do papel das estratégias e recursos utilizados para a compreensão dos critérios de avaliação e as suas opiniões sobre o processo de autoavaliação desenvolvido ao longo do estudo. Termina com a síntese dos resultados.

Conceções sobre os critérios de avaliação

Tendo em conta que se implementaram estratégias com o objetivo de promover a apropriação dos critérios de avaliação dos relatórios, esperava-se que houvesse alterações ao nível das conceções dos alunos acerca do significado e função dos critérios de avaliação. Contudo, a análise comparativa das respostas às questões: “O que são os critérios de avaliação?” e “Para que servem os critérios de avaliação?” dos questionários aplicados no início e no final do projeto permite verificar que as conceções da generalidade dos alunos pouco se alteraram. Tanto no questionário inicial como no questionário final, a maioria dos alunos define critérios de avaliação como métodos/parâmetros/pontos de referência para avaliar (ou classificar, como foi referido, especificamente, por alguns):

Os critérios de avaliação são todos os parâmetros em que os alunos serão avaliados e a sua percentagem. (QI)

Os critérios de avaliação são os parâmetros de avaliação utilizados para definir a classificação dos alunos. (QF)

Os alunos, na resposta à questão “O que são os critérios de avaliação?”, salientam a sua função certificativa. Muitos dizem, claramente, que estes são utilizados para a atribuição da classificação no final de cada período letivo:

São elementos que ajudam a chegar à nota indicada a um certo aluno. (QI)

Os critérios de avaliação são parâmetros de referência que ajudam a dar a classificação final. (QF)

Uma das alunas, no questionário final, revela entender os critérios de avaliação como parâmetros a utilizar para a avaliação de cada um dos trabalhos desenvolvidos ao longo do ano letivo, “São pontos de referência para classificar e avaliar os trabalhos dos alunos”, e não apenas no final de cada período. Mas, apenas a definição de uma aluna, no questionário final, se enquadra claramente numa perspetiva formadora. Enquanto no questionário inicial definiu critérios de avaliação de forma pouco clara, no final assume-os como parâmetros que facilitam a autorregulação das aprendizagens:

São as várias formas de avaliar os alunos. (QI)

Os critérios de avaliação são conceitos em que nos podemos basiar para fazer um melhor trabalho, ou seja, a avaliação é feita dependendo dos conceitos que se encontram no trabalho. (QF)

Se, por um lado, a participação neste estudo poderia contribuir para que os alunos passassem a encarar os critérios de avaliação como uma ferramenta fundamental para a autorregulação das aprendizagens, por outro, a proximidade do exame nacional e a consequente preocupação dos professores em ajudar os alunos a compreender os critérios específicos de correção das provas poderá justificar a ênfase dada pelos alunos, no questionário final, à sua função certificativa. A citação que se segue mostra a importância dos critérios definidos pelo Ministério da Educação na conceção de um dos alunos acerca do significado de critérios de avaliação: “Os critérios de avaliação são itens de avaliação estabelecidos pelo ministério que ajudam os professores a avaliar os respectivos alunos (QF)”.

O facto de o tema “critérios de avaliação” surgir predominantemente associado ao contexto dos exames nacionais e aos momentos finais de cada período (com a atribuição de uma classificação) poderá justificar o reduzido número de alunos (apenas um) que alterou a definição de critérios de avaliação, passando a perspetivar, no final do estudo, uma função formadora.

As respostas dos alunos à questão “Para que servem os critérios de avaliação?” também sugere que houve poucas alterações ao nível das conceções dos alunos, como se pode verificar pela análise do gráfico da Figura 9.1.¹⁴

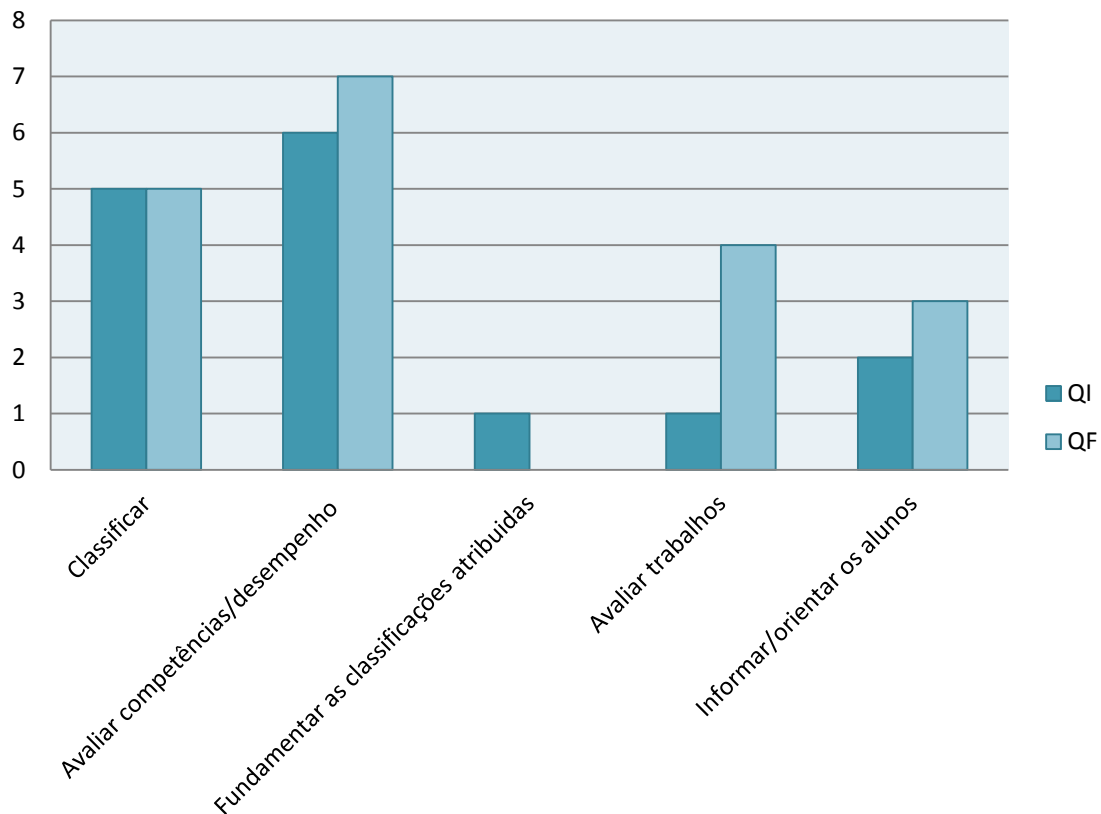


Figura 9.1. Gráfico sobre as conceções dos alunos acerca das funções dos critérios de avaliação no início e no fim do estudo

Atendendo à forma como os alunos escrevem, parece que, para alguns, os critérios têm utilidade essencialmente para o professor e a sua utilização restringe-se ao final de cada período. Servem para ajudar os professores a classificar o desempenho dos alunos atendendo aos parâmetros estabelecidos. Alguns alunos frisam a sua importância na medida em que é a partir da sua aplicação que as classificações são mais justas e

¹⁴ Em algumas situações as respostas enquadraram-se em mais do que uma categoria. Assim, embora tenham sido analisadas as respostas do mesmo número de alunos, algumas respostas ao questionário final enquadraram-se em mais categorias do que no questionário inicial.

equilibradas, atendendo-se a mais do que um parâmetro/instrumento (como as atitudes, o empenho, a participação, os testes):

Os critérios de avaliação servem para se fazer uma avaliação com base em parâmetros, com base em dados objectivos, como a participação, testes, que possam tornar a avaliação mais equilibrada. (QF)

Estes critérios servem para no final de cada período de avaliação as contas sejam realizadas com base nestes de forma a que, testes, fichas e outros parâmetros sejam cotados de forma correcta e justa. (QF)

Apenas no questionário inicial, uma aluna salientou a função de fundamentar as classificações atribuídas pelos professores, dizendo que os critérios servem “para os professores fundamentarem as avaliações que atribuem aos alunos” (QI).

Como vimos, os alunos, por vezes, salientam que os critérios de avaliação são utilizados para classificar. Porém, alguns utilizam a palavra avaliação, que poderá ter um significado mais abrangente. Assim, embora as respostas incluídas na categoria “avaliar competências/desempenhos” não façam diretamente referência à dimensão formativa da avaliação, poderão, eventualmente, incluí-la. Seria necessário entrevistar os alunos para perceber se a perspetiva dos mesmos inclui ou não essa dimensão. As citações que se seguem são exemplos de respostas cuja abrangência das funções dos critérios de avaliação é dúbia:

Para saber as competencias e as atitudes do aluno, para saber as matérias que percebe-mos ou não. (QI)

Cada critério para mim avalia a forma como eu me desempenho em cada momento das aulas. (QF)

O tipo de trabalho desenvolvido ao longo dos dois anos do estudo, envolvendo a elaboração de relatórios de acordo com os critérios de avaliação, provavelmente poderá justificar o facto de mais alunos fazerem referência aos trabalhos quando indicaram, no questionário final, as funções dos critérios de avaliação. Uma aluna mencionou, inclusive, que estes permitem identificar os níveis em que um trabalho se encontra: “servem para estabelecer determinados níveis em que um trabalho se encontra” (QF).

Tanto no questionário inicial como no final, há alunos que perspetivam alguma utilidade dos critérios de avaliação na orientação do seu percurso de aprendizagem, na medida em que o conhecimento dos mesmos lhes permite saber, à partida, como serão avaliados e quais os instrumentos/parâmetros mais valorizados:

Para sabermos o valor de cada competência. (QI)

Para os alunos terem noção em que é que se devem aplicar mais. (QI)

Servem para os alunos terem uma noção de quanto é que vale cada parâmetro de avaliação. (QF)

Servem para os alunos terem uma noção de como são e irão ser avaliados. (QF)

No entanto, apenas no questionário final, uma aluna indicou claramente que os critérios de avaliação ajudam os alunos (e os professores) a avaliar as suas produções: “Os critérios de avaliação servem, essencialmente, para ajudar os alunos e os professores a avaliarem trabalhos, testes, e qualquer outro elemento de avaliação” (QF). O facto de o questionário final ter sido realizado na última semana de aulas do 11.º ano (altura em que os alunos fazem a autoavaliação tradicional, indicando a classificação que esperam obter) poderá ter contribuído para que a função formadora dos critérios não seja tão evidente como se esperava nas respostas dos alunos.

Apesar de esta função raramente ter sido explicitada nas respostas às duas primeiras questões do questionário final, as respostas à questão que solicitava a explicação do modo como utilizaram os critérios de avaliação evidenciam-na claramente. Os alunos escreveram que utilizavam os critérios de avaliação como ferramenta de orientação. Iam lendo o que era necessário fazer em cada parte do relatório e executando, tentando atingir o nível mais elevado. Alguns utilizavam-nos, ainda, no final para fazer uma análise crítica do relatório e ver se estava ou não pronto a ser entregue:

Utilizei os critérios de avaliação para elaborar o relatório, os pedidos, seguindo por ordem os passos necessários para o nível 5, ou seja o mais elevado. (QF)

Utilizei os critérios de avaliação para ver se o meu relatório estava apresentável ou se faltava alguma coisa. (QF)

Como podemos verificar, o ponto de vista exposto pelos alunos quando respondem a esta questão não coincide com a ideia veiculada quando respondem às questões: o que são e para que servem os critérios de avaliação. Diria mesmo que apresentam ideias contraditórias, uma vez que, na resposta a esta questão, alguns explicaram que os critérios de avaliação lhes permitiram refletir sobre os seus trabalhos

e melhorá-los mas, ao definirem e indicarem as suas funções, raramente fizeram referência à sua função formativa ou formadora. Na resposta a esta questão, os alunos centraram-se na descrição da utilização dos critérios de avaliação no âmbito deste estudo. Porém, o contexto das duas primeiras questões é mais global, tendo sido dada, possivelmente, uma grande ênfase à sua utilização para fins certificativos (nomeadamente para a classificação no final de cada período letivo). Tal poderá dever-se ao momento em que o questionário foi aplicado (no final do ano letivo) ou ao facto de este ser, possivelmente, o momento em que mais frequentemente os critérios de avaliação são tornados explícitos.

Atendendo às respostas dos alunos à questão “Concordas com todos os critérios de avaliação que foram definidos para os relatórios? Neste momento eliminavas, alterarias ou acrescentarias algum?”, parece não existir tensão entre os critérios de avaliação negociados e os padrões autoimpostos, já que todos os alunos responderam que concordavam com os critérios definidos. Nas justificações que apresentam, caracterizaram-nos como “correctos”, “justos”, “precisos o suficiente”, “bem definidos”, sintéticos e explícitos (“estava tudo muito sintetizado e explicado”).

Os alunos valorizam saber, à partida, como irão ser avaliados. A resposta da Sara sugere até que não é relevante concordar com os critérios definidos; preza fundamentalmente ter conhecimento das regras do jogo: “Concordo com todos os critérios de avaliação porque sempre nos foram bem definidos, ou seja nós sempre tivemos conhecimento do modo como íamos ser avaliados (QF)”.

Quatro alunos disseram concordar com os critérios de avaliação porque conseguiram perceber o que era para ser feito, evidenciando, assim, o seu carácter formador:

A partir destes critérios temos o conhecimento do que é preciso para fazer um relatório mais completo. (QF)

... todos os aspectos importantes para a realização dos relatórios se englobam nos critérios. (QF)

...estava tudo muito sintetizado e explicado, o suficiente para percebermos o que era para ser feito. (QF)

...tornam os nossos relatórios mais rigorosos e completos porque estes critérios são bastante correctos e exigentes ao nível da introdução e conclusão. (QF)

Porém, parece haver alguma discrepância quanto à noção de qualidade do trabalho das professoras e de alguns alunos. A resposta do aluno que se cita em seguida sugere a percepção de algum excesso de rigor e/ou exigência: “concordo com todos os critérios de avaliação para os relatórios. Apenas acho que foram aplicados de uma forma rígida, mas justa” (QF).

Uma aluna assume ter dificuldade em compreender e aplicar alguns critérios de avaliação, sugerindo, por isso, a alteração de alguns deles (sem especificar quais) com o intuito de os conseguir aplicar: “Penso que sejam correctos. Se calhar alteraria alguns critérios devido à sua dificuldade” (QF).

O papel das estratégias e recursos na compreensão dos critérios de avaliação

No questionário aplicado no final do estudo, procurei perceber qual o papel que cada uma das estratégias e recursos utilizados teve na apropriação dos critérios de avaliação. Para isso, solicitei aos alunos que os colocassem por ordem, do mais importante (1) para o menos importante (6), no que diz respeito ao contributo que deram para a compreensão dos critérios de avaliação. No gráfico da Figura 9.2, cada estratégia/recurso está representado por uma cor diferente. No centro de cada barra está indicado o número de alunos que colocaram essa estratégia em 1.º, 2.º, 3.º, 4.º, 5.º e 6.º lugar de ordem de importância.

Como podemos verificar pela análise do gráfico, o feedback das professoras (representado a azul) foi a estratégia que um maior número de alunos considerou ter contribuído mais para a compreensão dos critérios. Cinco alunos colocaram-no em 1.º lugar e três em 2.º lugar de ordem de importância. Em segundo lugar, surgem a discussão em sala de aula (a vermelho) e a análise do relatório-exemplo (a verde). Ambos os recursos foram seleccionados para ocupar o 1.º lugar de ordem de importância por três alunos e o 2.º lugar por quatro alunos. A reflexão individual (a amarelo) e o feedback dos colegas (a roxo) foram consideradas as estratégias menos importantes, uma vez que sete e nove alunos, respetivamente, as colocaram em 4.º ou 5.º lugar de ordem de importância.



Figura 9.2. Gráfico com o número de alunos que indicaram cada uma das estratégias em 1.º, 2.º, 3.º, 4.º, 5.º e 6.º lugar de ordem de importância para a compreensão dos critérios de avaliação

Ao responderem à questão “Explica de que modo te ajudou cada uma das estratégias?”, os alunos referiram que o feedback das professoras facilitou a apropriação dos critérios de avaliação porque:

- ajudou a esclarecer os critérios de avaliação e o que era pretendido: “a professora ajudou muito na compreensão dos critérios de avaliação. Não só na compreensão de alguns, como com alguns vocábulos e no esclarecimento de algumas dúvidas que iam surgindo pois pensava-se que o critério pedia para realizar algo, e afinal era completamente diferente do que se imaginava” (QF).
- facilitou a identificação de erros e a compreensão de como poderiam ser corrigidos: “a discussão em sala de aula e o feedback da professora ajudaram também porque deu para ver realmente o que estava mal e como podíamos corrigir” (QF).
- conduziram a uma reflexão: “os comentários escritos (1) auxiliaram-me, na medida em que, me possibilitaram uma melhor reflexão e compreensão para futuros relatórios” (QF).

A discussão em sala de aula teve também um contributo importante, não só ao nível da identificação e correção de erros, como foi ilustrado anteriormente (na alínea

b), como no esclarecimento do significado dos critérios, graças à partilha e confronto de ideias: “A discussão em sala de aula serve para compreender melhor certos critérios e as dúvidas de alguns colegas poderão ser também as minhas. Uma discussão com professor e alunos é sempre + esclarecedora” (QF).

Para além disso, o facto de se ilustrar a aplicação dos critérios durante estas discussões constitui mais uma razão para que esta estratégia tenha sido apontada como muito importante por vários alunos: “a estratégia assinalada a «2» mostrou-me de que maneira são usados os critérios de avaliação e para que eram usados” (QF).

A análise do relatório-exemplo foi também apontada com um recurso facilitador, por um lado, porque permitiu esclarecer alguns critérios e perceber como se colocavam em prática, tal como ilustram as respostas que se seguem: “Foi uma grande ajuda demonstrar os critérios através de um relatório «perfeito» (...). Isto ajudou-nos na compreensão de alguns parâmetros”; “(...) ajuda ter uma aplicação prática para se puder perceber como realmente se utiliza os critérios” (QF). Por outro, porque facilitou a identificação e compreensão dos erros cometidos e a compreensão daquilo que poderiam ter feito para atingir um desempenho melhor, com um exemplo concreto: “Quando nos são dados exemplos de aplicações dos critérios posso entender o porquê de algumas coisas estarem incorrectas.”; “(...) deu para perceber o que devíamos ter feito no nosso relatório”. Também foi valorizado o facto de o relatório-exemplo ter uma linguagem acessível por ter sido escrito pelos colegas: “o facto de ter sido escrito pelos nossos colegas e ser uma linguagem conhecida, ajudou” (QF).

A reflexão individual foi importante na:

- a) compreensão do que foi pedido: “a reflexão individual também tem um grande grau de importância ao elaborar um relatório sozinho e sossegado consigo compreender melhor o que me é pedido e elaborar melhor os termos científicos a obter” (QF).
- b) análise crítica do trabalho realizado: “a reflexão individual foi importante para o pensamento de cada um sobre o trabalho levado a cabo” (QF).
- c) compreensão e correção dos erros cometidos: “Ajudou-me a compreender os erros cometidos, a compilação dos melhores relatórios, a reflexão individual e também o feedback dos colegas de grupo”; (...) a reflexão individual levou-me á melhor concretização do trabalho e correcção de erros” (QF).

A interação com os pares, tal como os outros recursos/estratégias, também parece ter facilitado a identificação e compreensão dos erros cometidos: “ (...) o feedback dos colegas de grupo levou-me a admitir erros”. Dado que a apropriação dos critérios ocorre fundamentalmente quando estes são colocados em prática, a partilha e o confronto de ideias entre os alunos têm um papel muito importante, o que é ilustrado pelas respostas que se seguem:

O feedback dos colegas do grupo foi importante também porque o facto de todos darem uma opinião é importante para depois no fim chegarmos a uma conclusão. (QF)

Através da discussão na sala de aula, entre os colegas de grupo posso partilhar ideias e receber ideias deles. (QF)

Embora o feedback fornecido pelos colegas seja valorizado por alguns alunos, não assume a mesma importância dos outros recursos, como podemos verificar pela análise do gráfico da Figura 9.2. Ao contrário do que se verifica com a maioria dos restantes recursos, este não envolve uma análise e/ou esclarecimento feito pelo professor, o que poderá justificar esta situação. Tal como refere uma aluna: “uma vez que é o professor a avaliar, o mais importante é, sem dúvida, a opinião e ajuda deste” (QF).

A autoavaliação

Quando questionados sobre como fizeram para melhorar os relatórios, a maioria dos alunos referiu que tinha em conta os erros ou os aspetos menos conseguidos dos relatórios antecedentes. Procuravam não voltar a cometer os mesmos erros e realizar um trabalho mais completo: “Ao longo das actividades tentei rever os erros dos relatórios antecedentes e corrigi-los o melhor possível para melhorar o trabalho (nem sempre resultando)” (QF). Um aluno salientou a necessidade de rever várias vezes os relatórios: “tive de reler várias vezes as partes constituintes, para observar os erros/falta de alguma parte” (QF). Outro mencionou que tinha o cuidado de analisar, com mais atenção, os itens que sabia que tinha mais dificuldade: “Tentei melhorar nas partes, em que nos relatórios anteriores estive pior. Observei melhor e com mais atenção, todas as partes do relatório onde era mais fraco, tentando não cometer erros” (QF).

Houve, ainda, um aluno que explicou que o facto de ter de aplicar os critérios várias vezes (nos cinco relatórios) lhe permitiu interiorizar e apropriar-se deles, o que conduziu a melhores desempenhos:

Cada vez mais me ia habituando aos critérios de avaliação e à elaboração de relatórios, logo eles iam sendo melhorados com a sua realização. Claro que tentava sempre fazer melhorar e cada vez mais enquadrar os critérios no relatório, mas não fazia nada de específico para que estes melhorassem. (QF)

Neste processo de melhoramento, tanto a rúbrica como o feedback das professoras (oral e escrito) parecem ter tido um papel importante, já que foram mencionados nas respostas de três e sete alunos, respetivamente:

... utilizei ainda a ficha dos critérios de avaliação para poder melhorar. (QF)

... li com atenção os comentários das professoras e prestei atenção aos conselhos da professora. (QF)

De um modo geral, os alunos consideraram que o trabalho desenvolvido em Física e Química promoveu o desenvolvimento da competência de autoavaliação (sete alunos). Um referiu que, até ao momento em que participou neste projeto, nunca tinha autoavaliado os seus trabalhos e salientou as potencialidades deste processo, nomeadamente a identificação e correção de erros e a realização de um trabalho de maior qualidade:

Era algo que nunca tinha realizado durante o ensino (especialmente também pela falta de elaboração de relatórios e trabalhos) mas que dá um «determinado jeito» visto que se nos tentarmos colocar na posição de avaliador, encontraremos sempre erros no nosso trabalho. Assim conseguiremos modificá-los e elaborar um trabalho com uma qualidade muito superior. (QF)

A resposta de outra aluna segue a mesma linha de pensamento, ao referir implicitamente três fases que estão envolvidas no processo de autoavaliação: a reflexão acerca da qualidade do trabalho, a identificação da diferença entre a produção e o que era esperado face aos critérios e a consequente reformulação da produção:

Sim, penso que desenvolvi essa capacidade. Muitas vezes, os alunos realizam os trabalhos sem o reverem/auto-avaliarem, acabando por não melhorar algumas partes que poderiam fazer a diferença. Através dos

critérios de avaliação podíamos rever cada parte do trabalho e perceber se todas elas continham os tópicos necessários para se obter tudo o que era preciso. (QF)

Dois alunos referiram a utilidade da correção dos relatórios no desenvolvimento da competência de autoavaliar. Por um lado, a identificação das lacunas por parte das professoras parece ter contribuído para o desenvolvimento do pensamento crítico dos alunos, por outro, as reflexões e correções feitas pelo próprio parecem ter facilitado o desenvolvimento do feedback interno (com a identificação do nível em que estava e a delineação de um percurso para colmatar as lacunas identificadas):

Penso que sim, porque a avaliação desses relatórios é tão rígida e completa que me permite também a mim tornar mais ampla a minha capacidade de auto-avaliar esses trabalhos. (QF)

Sim, desenvolvi porque ao fim de corrigir algumas vezes o mesmo relatório consegui perceber em que situação é que estava e como poderia estar melhor. (QF)

Alguns alunos referiram ter melhorado apenas ao nível das duas primeiras fases do processo de autoavaliação, não referindo a fase da reformulação das produções:

Penso que sim porque a partir dos parâmetros de avaliação sei o que fiz no relatório e o que não fiz de modo a conseguir auto-avaliar os meus trabalhos. (QF)

Acho que consegui melhorar a minha capacidade de auto-avaliação. Ao orientar-me pelos critérios de avaliação, sabia que certas coisas não estariam 100% perfeitas, e que seria penalizado por isso. (QF)

A reflexão acerca dos trabalhos que vou realizando tem vindo a aumentar assim como o meu espírito crítico daí que repare quando desempenho melhor os relatórios que faço. (QF)

Dois alunos consideraram que desenvolveram a competência de autoavaliação apenas em parte porque nem sempre conseguem detectar os erros ou o que está menos bem, principalmente em trabalhos (ou partes) mais complexas:

Mais ou menos porque por um lado consigo auto avaliar os meus erros e o que fiz correctamente mas por outro lado ainda muitas partes do relatório me falham e não noto erros óbvios. (QF)

Mais ou menos, porque quando o que é feito é claro e óbvio eu sei como devo avaliar, mas quando não é assim tão fácil a avaliação já não é tão óbvio. (QF)

Um dos alunos não respondeu diretamente à questão, no entanto, os argumentos que apresentou sugerem lacunas no desenvolvimento da competência de autoavaliação porque associou à qualidade dos trabalhos o seu esforço: “Eu penso que tenho noção quando me esforço e tento dar o máximo num relatório, logo quando isso acontece tenho a sensação que realizei um bom trabalho e que talvez irei ter uma classificação merecedora” (QF). Por fim, dois alunos consideram que a competência de autoavaliação é inata. Já a possuíam e, segundo a perspetiva dos mesmos, não poderia ser desenvolvida:

Penso que a capacidade de auto-avaliar os meus trabalhos é a mesma. Sei ter sentido crítico e tenho noção das minhas capacidades, levando-me assim a ponderar uma avaliação merecedora. Se considero que mereço uma nota, à partida o professor concorda comigo. (QF)

A capacidade de auto-avaliar os trabalhos já nasce com cada um, isto é há uns que têm mais consciência de como está feito o seu trabalho do que outros. Não considero por isso que desenvolvi a capacidade de auto-avaliar os trabalhos. (QF)

Síntese

Da análise feita aos questionários há a salientar a discrepância entre as concepções dos alunos acerca do que são e das funções dos critérios de avaliação e da utilização que fazem (ou dizem fazer) dos mesmos. Ao nível das concepções emerge fundamentalmente a função certificativa. Contudo, ao explicarem o modo como os usam, os critérios de avaliação passam a ser encarados como uma ferramenta ao serviço da realização de aprendizagens.

Nesta análise parece que todos os recursos utilizados com o intuito de facilitar a apropriação dos critérios de avaliação contribuíram para essa apropriação, embora uns mais do que outros. Do ponto de vista dos alunos, os que contribuíram mais foram o feedback (escrito e oral) fornecido pelas professoras, a discussão em sala de aula e a análise do relatório-exemplo.

A apropriação dos critérios de avaliação ocorreu mediante o esclarecimento do seu significado. Esclarecimento este que, segundo os alunos, foi possível graças a estes

três recursos/estratégias. A reflexão individual, com a análise crítica do trabalho desenvolvido, foi também um processo que os alunos consideram ter contribuído. A própria elaboração do relatório (atendendo aos critérios de avaliação) facilitou a apropriação dos mesmos e, por isso, a partilha e o confronto de ideias entre os colegas do grupo também foram importantes. Por último, há a referir a importância da utilização formativa do erro. Todos os recursos referidos contribuíram para a sua identificação, compreensão e correção, o que facilitou o processo de apropriação dos critérios de avaliação.

Quanto às dificuldades na apropriação dos critérios de avaliação, as respostas a este questionário não permitem identificá-las. No entanto, há indícios de que existiram algumas por parte de alguns alunos. Por um lado, uma aluna sugeriu alterar alguns critérios devido ao seu grau de dificuldade. Por outro, alguns alunos consideraram os critérios exigentes e rígida a forma como foram aplicados na correção dos relatórios. Há ainda a acrescentar que alguns alunos, embora considerem que conseguiram identificar partes do relatório que não foram totalmente ao encontro do pretendido, assumem que nem sempre as alteraram. Estas respostas evidenciam alguma dificuldade em aplicar integralmente e com o grau de profundidade pretendido as indicações que constam na rubrica. Uma outra evidência prende-se com o assumir, por parte de alguns alunos, de dificuldades na identificação de alguns erros e lacunas.

Alguns alunos consideram ter desenvolvido a competência de autoavaliação. As respostas de uns referem apenas o desenvolvimento da capacidade de fazer uma reflexão sobre a qualidade do trabalho, outros indicam também o desenvolvimento da capacidade de o reformular com base nessa análise e na identificação da diferença entre o produzido e o esperado. Segundo os alunos, o facto de terem acesso à análise crítica das professoras fez com que, posteriormente, eles próprios também fossem mais críticos em relação ao seu próprio trabalho. Para além disso, a análise crítica do trabalho desenvolvido permitiu ter em conta, nos relatórios subsequentes, os erros ou aspetos menos conseguidos nos anteriores. Permitiu-lhes perceber como poderiam fazer melhor.

Há alunos que consideram não ter desenvolvido e outros que dizem ter desenvolvido apenas em parte a competência de autoavaliação. A primeira situação deve-se a concepções sobre a competência de autoavaliação erróneas/limitadas. A segunda situação deve-se ao facto de os alunos reconhecerem ter dificuldade em levar a cabo as três fases do processo de autoavaliação em todas as situações.

CAPÍTULO 10

Conclusões

Este capítulo começa com uma breve síntese do estudo, lembrando os seus objetivos, as questões orientadoras e a metodologia. De seguida, discuto os resultados obtidos e apresento as principais conclusões. Finalizo com uma reflexão sobre as limitações, assim como as implicações do estudo, abordando pistas para futuras investigações.

Síntese do estudo

O estudo pretendeu examinar e clarificar o processo de aprendizagem da Física e Química (fundamentalmente ao nível das competências investigativas) através da autorregulação mediada pela apropriação de critérios de avaliação. Mais especificamente, pretendi compreender o modo como os alunos compreendem, valorizam e aplicam os critérios de avaliação de relatórios de tarefas investigativas e qual o contributo dos recursos que foram utilizados (a rubrica/grelha com critérios de avaliação; o relatório-exemplo e relatórios anteriores; o feedback oral e escrito e a interação com os pares) para a apropriação dos mesmos. Para além disso, procurei compreender o modo como essa apropriação contribuiu para a aprendizagem em Física e Química e, em particular, para o desenvolvimento de competências investigativas e da competência de autoavaliação. Para tal, enunciei as seguintes questões de investigação:

- De que modo alunos do ensino secundário apropriam os critérios de avaliação de relatórios de tarefas investigativas de Física e Química?

- Qual o contributo da apropriação dos critérios de avaliação no desenvolvimento de competências investigativas e da competência de autoavaliação?

No quadro teórico abordo essencialmente dois temas, o ensino por investigação, atendendo a que as tarefas realizadas se inserem nesta perspetiva, e a avaliação reguladora das aprendizagens. Relativamente ao primeiro, procuro caracterizar esta perspetiva de ensino e evidenciar as suas potencialidades, mas também as dificuldades e constrangimentos que estão associados à sua implementação. No que concerne ao segundo, procuro clarificar o conceito de avaliação reguladora e discutir recursos fundamentais para a sua implementação.

Tendo em conta os objetivos do estudo, optei por seguir um paradigma metodológico interpretativo. Pretendi compreender, através da descrição de acontecimentos, os processos associados à elaboração de relatórios com base em critérios de avaliação. Os alunos participantes fazem parte de uma turma do ensino secundário, tendo sido selecionados dois, a Sara e o Gustavo, que foram objeto de análise de dois estudos de caso. A sua seleção teve em conta os seguintes critérios: disponibilidade para participar no estudo, facilidade de comunicação, dificuldade em refletir sobre o trabalho desenvolvido e variarem quanto ao género, nível de desempenho (entre o médio e o bom) e envolvimento na utilização do feedback escrito. O estudo acompanhou os alunos ao longo de dois anos, tendo a turma, no primeiro ano, eu como professora e, no segundo ano, uma outra professora, que trabalhou de perto comigo no que respeita à intervenção pedagógica desenvolvida no âmbito do estudo.

No que diz respeito ao contexto pedagógico-didático, foram implementadas quatro tarefas investigativas guiadas ao longo dos 10.º e 11.º anos de escolaridade e solicitada a realização dos respetivos relatórios e reflexão escrita. Três dos quatro relatórios envolveram a realização de uma segunda versão a partir do feedback escrito. O guião de elaboração dos mesmos foi discutido com os alunos na aula que antecedeu a realização da primeira tarefa, tendo sido, posteriormente, elaborada uma rúbrica (grelha que operacionaliza os critérios de avaliação através de descritores de níveis de desempenho) que foi sofrendo reajustes ao longo do estudo. Aquando da discussão dos relatórios da segunda tarefa, foi entregue e discutido um relatório-exemplo que consistiu na compilação das melhores partes das produções dos alunos.

A recolha de dados incluiu: i) a observação, com registo áudio, dos alunos durante a realização das tarefas e respetivos relatórios e reflexões escritas; ii) o inquérito, através de entrevistas (com registo áudio, realizadas após a devolução da última versão

de cada relatório) aos alunos que constituíram os casos e de questionários aplicados aos alunos no início e no final do trabalho de campo e; iii) a recolha documental (fundamentalmente os relatórios e as reflexões escritas).

A análise de dados foi realizada em duas fases. A primeira, desenvolvida durante a recolha de dados, permitiu levantar questões a ter em conta na recolha de dados subsequente. A segunda, mais profunda e organizada, ocorreu após o trabalho de campo e teve como finalidade responder às questões do estudo. Utilizei o método do questionamento e comparação constantes (Strauss & Corbin, 1998), recorrendo a categorias definidas durante o processo de análise e com base no referencial teórico do estudo.

Discussão dos resultados e conclusões

A compreensão, valorização e aplicação dos critérios de avaliação

De acordo com Black e seus colaboradores (2003), para que um aluno consiga ir ao encontro dos critérios de avaliação tem de os compreender e ser capaz de definir o que precisa fazer. Hadji (1994), Nicol e Macfalane-Dick (2006), Sá (2004) e Santos (2008) acrescentam a importância de estes fazerem sentido para os alunos, caso contrário agirão de determinada forma apenas para agradar o professor, podendo ocorrer falsas apropriações. Por conseguinte, procuro compreender o modo como os alunos compreendem, valorizam e aplicam os critérios de avaliação de relatórios de tarefas investigativas de Física e Química.

No que diz respeito à *compreensão* do significado das palavras utilizadas nos descritores, verificou-se que os alunos raramente pediram esclarecimentos. Apenas aquando da entrega e discussão dos relatórios surgiram algumas perguntas (tendo em conta que pedi que analisassem a rubrica, esclarecessem dúvidas e fizessem propostas de melhoria). Apesar de a maioria das palavras utilizadas ser de linguagem corrente, algumas (por exemplo, implementar e pertinência) suscitaram dificuldades a alguns alunos. Porém, outros facilmente as compreenderam e explicaram no contexto dos descritores. Assim sendo, nem todos os alunos participantes no estudo têm a mesma capacidade de decodificação e interpretação dos critérios. Uma possível explicação reside nos significados dos conceitos e formas de expressão utilizados no meio

sociocultural em que se inserem, que podem ser diferentes (Barbosa & Alaiz, 1994b; Morgan, 2003).

As interações estabelecidas com os alunos permitiram verificar que algumas das suas interpretações não iam ao encontro daquilo que se pretendia. Por exemplo, os alunos constituídos casos associaram ao “rigor científico” a utilização de um discurso muito sofisticado, envolvendo constantemente o recurso a uma terminologia muito própria, e ao “aspeto atrativo” a beleza estética. Estes resultados sugerem que, mesmo quando partilhados, os critérios de avaliação não têm o mesmo significado para todos (Morgan, 2003; Pinto, 2002; Pinto & Santos, 2006; Vial, 2012) e, uma vez que os alunos colocaram poucas questões, acabaram por emergir interpretações à luz das suas conceções, experiências, vivências e conhecimentos de uma forma quase inconsciente (Lopes da Silva, 2004).

Tal como Gustavo salienta, a utilização de determinadas palavras, como por exemplo, “adequado”, poderão ser pouco esclarecedoras se o aluno não souber de antemão o que é considerado adequado naquele contexto (por exemplo, o que é um esquema adequado para ilustrar o procedimento adotado). Assim, na medida em que um critério pode ser interpretado de diferentes formas, por diferentes pessoas, ou mesmo pelo próprio em diferentes contextos, torna-se premente negociar o significado que se pretende dar (Sadler, 2009). Deste modo, e tal como é preconizado por O’Donovan, Price e Rust (2001), Santos (2002) e Woolf (2004), o diálogo que se estabeleceu entre professores e alunos, principalmente em relação às produções dos últimos (através do confronto entre as mesmas e o que era esperado), favoreceu a identificação de aspetos menos claros e de padrões autoimpostos. Logo, a verbalização do significado dos critérios teve um papel muito importante (Nunziati, 1990). A partir dela, o professor compreende o modo como os alunos interpretam os critérios de avaliação e confronta as suas representações com as deles para se alcançar um entendimento comum (Barbosa & Alaiz, 1994b).

Os resultados obtidos através do questionário final sugerem que não existia tensão entre os critérios de avaliação e os padrões autoimpostos dos alunos da turma (apesar de alguns considerarem determinados critérios difíceis de aplicar). No entanto, esta tensão emergiu em algumas situações e o processo de modificação das representações dos alunos mostrou-se lento e não linear. Por vezes, foi necessário recorrer a mais do que uma estratégia. No caso do Gustavo, apesar de ter sido fornecido feedback oral, na primeira entrevista (fornecendo-se um exemplo concreto), relativamente à secção do

relatório que envolve a realização de um esquema para ilustrar o procedimento adotado, acabou por emergir um padrão autoimposto (que o esquema ilustrativo deveria sistematizar os cálculos efetuados) que apenas foi eliminado com a análise do relatório-exemplo. Para além disso, tendo em conta que a organização do registo e do tratamento dos dados foi da total responsabilidade dos alunos, inicialmente, emergiu a conceção de que o registo de dados deveria incluir medições diretas e indiretas (e não havia necessidade de separar o registo do tratamento de dados). Esta só foi ultrapassada depois de se ter fornecido feedback escrito e oral em vários momentos.

Geralmente, foi mais simples (não houve necessidade de utilizar tantos recursos) e mais rápido levar a Sara a ajustar ou autocontrolar as suas representações iniciais, o que poderá estar relacionado com o perfil de cada um destes alunos. A Sara tem uma postura mais conformada em relação às sugestões do professor, uma vez que é uma aluna que tem pouca confiança sem si e, por isso, procura seguir as orientações do professor para garantir que alcança o sucesso. Procura compreender as “regras do jogo” (Hadji, 1994) para agir em conformidade com as mesmas (ainda que possa não concordar com elas). O Gustavo tem uma postura mais crítica, regendo-se, muitas vezes, pelos seus próprios padrões de qualidade, uma vez que é um aluno mais confiante nas suas capacidades e no seu bom senso.

De um modo geral, o investimento na apropriação dos critérios de avaliação parece ter conduzido a um ajustamento ou a um autocontrolo das representações iniciais dos alunos, de tal modo que os relatórios foram incluindo, progressivamente, mais aspetos dos mesmos. Porém, alguns padrões autoimpostos permaneceram, à semelhança do que se verificou nos estudos desenvolvidos por Gomes (2005) e Semana (2008). Por exemplo, a síntese dos objetivos nos dois casos e a explicitação dos resultados para justificar as conclusões retiradas, no caso do Gustavo.

Alguns itens (por exemplo, a explicação dos efeitos das fontes de erro nos resultados obtidos) parecem não ter sido compreendidos, e portanto, não foram incluídos nos relatórios dos dois alunos, o que é consistente com a ideia de que alguns alunos necessitam de auxílio para interpretar e utilizar as rúbricas de forma guiada antes de o conseguirem fazer autonomamente (Sadler & Andrade, 2004), especialmente nos itens que envolvem um pensamento crítico mais desenvolvido.

Os critérios que inicialmente não foram compreendidos parecem não ter sido *valorizados* porque não foram contemplados no(s) primeiro(s) relatório(s) e não houve

um questionamento para esclarecer o que era pretendido. Por exemplo, o Gustavo referiu não ser muito importante incluir um esquema ilustrativo do procedimento porque a descrição dos passos explicitava o que os alunos tinham feito e a Sara afirmou que quando não sabia bem o significado de uma parte do descritor passava à frente porque pensava não ser muito importante. Efetivamente, a valorização implica, antes de mais, a compreensão do que é esperado, daí que este seja o primeiro aspeto a ter em conta por um professor que procure fomentar a apropriação dos critérios de avaliação.

A secção da planificação, em que os alunos deveriam apresentar a estratégia que delinearam para dar resposta à(s) questões-problema de forma detalhada e argumentada, parece não ter sido tão valorizada pelo Gustavo quanto as outras secções do relatório. O mesmo se verificou com a explicitação de estratégias alternativas, uma vez que a primeira estratégia pensada poderia ser a mais adequada. Também a descrição de estratégias improficuas foi desvalorizada pela Sara, à semelhança do que ocorreu no estudo desenvolvido por Semana (2008). Estas situações poderão estar relacionadas com o modo de trabalhar dos alunos (geralmente procuraram uma forma de resolver o problema e não exploraram caminhos alternativos, a não ser que lhes tivessem sido fornecidas pistas concretas para tal), mas também com o facto de vulgarmente se sobrevalorizar os produtos. Assim, a valorização dos processos por parte dos professores terá de ser muito nítida para que os alunos lhes atribuam importância.

No que diz respeito à *aplicação* dos critérios de avaliação, os alunos adotaram várias estratégias de autorregulação com o intuito de ir ao encontro do esperado, tais como a interação crítica consigo próprios, o pedido de ajuda, a consulta de fontes de informação, a tomada de decisões perante os problemas com que se deparavam, a utilização do erro e a criação de um ambiente favorável à realização do relatório (os alunos propuseram a realização ou a revisão de algumas partes em que sentiam mais dificuldade ou que consideravam não estar de acordo com o esperado num ambiente mais calmo e com mais tempo).

Relativamente à interação crítica consigo próprios, no caso da Sara, os registos áudio permitiram captar, com muita frequência, a realização de propostas e contrapropostas com o intuito de melhorar a completude/desenvolvimento e o rigor da sua produção (propunha várias formas de desenvolver o trabalho ou de se exprimir até chegar a uma que lhe agradava). Relativamente ao Gustavo, apesar de também existirem alguns registos, são menos frequentes (porque não o verbalizou ou porque foi um mecanismo menos utilizado).

Quanto ao recurso a ajuda exterior, a Sara solicitou frequentemente a ajuda/opinião dos colegas para ultrapassar dificuldades, identificar erros e validar as suas propostas de modo a desenvolver um trabalho consensual e de qualidade. O Gustavo não apelou tão frequentemente ao auxílio dos colegas e, quando tal aconteceu, fê-lo principalmente com o intuito de ultrapassar dificuldades. Ambos recorreram à ajuda das professoras, sobretudo para ultrapassar obstáculos e identificar erros, mas também como forma de validação (confirmação). Estes pedidos de auxílio, embora tivessem ocorrido em relação a toda a produção, incidiram mais em algumas secções do relatório do que outras (especialmente as que envolviam a execução de cálculos). Tal poderá estar relacionado com a sobrevalorização desta vertente da disciplina de Física e Química em detrimento da explicação qualitativa dos fenómenos, mas também porque só é possível desenvolver o capítulo das conclusões após a realização do tratamento de dados (por isso, há que garantir que esta secção é concretizada corretamente).

De forma a ultrapassar dificuldades e/ou a produzir um trabalho mais completo e desenvolvido, os alunos recorrem também à consulta de fontes de informação. Mas, a este nível, os dois alunos agiram de forma bastante diferente. A Sara recorreu à consulta do livro adotado, do caderno diário e à pesquisa na Internet (principalmente quando desenvolveu ou reformulou os relatórios extra-aula, o que facilitou o acesso à Internet) e incorporou a informação pesquisada efetuando poucas ou nenhuma alteração relativamente àquilo que leu (nomeadamente, no que diz respeito a definições). O Gustavo recorreu fundamentalmente aos conhecimentos prévios e à sua capacidade de raciocínio (mesmo para definir grandezas), parecendo ter consultado apenas o caderno diário e de forma pontual, principalmente para esclarecer dúvidas que surgiam.

Uma outra forma de ultrapassar dificuldades consistiu na adoção de estratégias muito específicas. Por exemplo, o Gustavo parece ter recorrido à análise dos cálculos efetuados para identificar as variáveis presentes e, a partir daí, defini-las na fundamentação teórica. A Sara, por seu lado, aparentemente de forma a colmatar dificuldades de expressão escrita, a partir de determinada altura, começou a indicar as expressões matemáticas, na secção da planificação, para ajudar a explicar o modo como realizaria os cálculos necessários, em vez de o fazer descritivamente. Tal estratégia também poderá estar relacionada com as suas conceções acerca da disciplina de Física e Química, uma vez que atribui uma grande importância aos cálculos e às fórmulas matemáticas.

A aprendizagem através do erro parece ter constituído um dos meios utilizados para realizar produções de maior qualidade ao longo do tempo (apesar de algumas das estratégias adotadas apresentarem algumas limitações). Os erros/lacunas foram utilizados como um ponto de partida para o esclarecimento sobre a aplicação de alguns critérios de avaliação e também favoreceram a aprendizagem, na medida em que os alunos procuraram não os repetir nos relatórios subsequentes. A Sara, por exemplo, deixou de arredondar os valores medidos ao fazer cálculos, deixou de cometer alguns erros ao nível da terminologia científica e passou a apresentar planificações menos vagas. Também o Gustavo deixou de cometer alguns erros científicos e passou a definir grandezas na fundamentação teórica após o relatório da primeira tarefa. Assim, os erros/lacunas parecem ter sido um impulso aproveitado pelos alunos para aprender e teve como funções ensinar e orientar o caminho a seguir, tal com é preconizado por Nunziati (1990), Abrecht (1991), Perrenoud (1999) e Santos (2003).

Como vimos, também ao nível da aplicação dos critérios de avaliação se identificaram diferenças nos processos utilizados pelos dois alunos constituídos casos. A Sara, menos confiante em si, não ficava facilmente satisfeita com as suas sugestões, daí que as reformulasse sistematicamente. Para além disso, procurava frequentemente ajuda exterior (professora, colegas, fontes de informação) de forma a validar as suas propostas ou encontrar informação “garantidamente” de qualidade (chegando a copiar integralmente essa informação). O Gustavo, mais confiante, recorreu menos frequentemente a estas estratégias de autorregulação. A Sara, sendo uma aluna mais empenhada, apesar das dificuldades, procurou sempre recorrer a estratégias de autorregulação para responder ao que lhe era solicitado. Já o Gustavo nem sempre o fez (pontualmente não se envolveu no desenvolvimento de algumas secções do relatório).

A aplicação dos critérios de avaliação parece estar dependente de fatores como o tempo disponível e a estratégia de ensino utilizada. Tal como no estudo desenvolvido por Semana (2008), a gestão do tempo revelou-se uma dificuldade. A sua escassez foi apontada como uma das razões pelas quais as produções nem sempre satisfizeram os padrões de qualidade dos alunos. Para além disso, verificou-se, por exemplo, que a segunda versão do relatório da segunda tarefa (realizada extra-aula) do grupo do Gustavo teve uma qualidade muito superior relativamente à primeira, o que, para além de estar relacionado com o feedback escrito, também parece dever-se ao tempo disponível. De igual modo, os relatórios da Sara que foram realizados maioritariamente

extra-aula têm uma melhor organização do que os efetuados com um tempo mais limitado.

Relativamente à influência da estratégia de ensino, no caso da Sara¹⁵, emergiram algumas diferenças no relatório em que a introdução e a planificação foram desenvolvidas antes da execução da atividade experimental. A fundamentação teórica teve características mais distanciadas da planificação do que nos relatórios anteriores, mas a planificação foi menos específica e as tabelas de registo de dados não foram tão adequadas porque não foram suficientemente reformuladas de acordo com as alterações efetuadas durante o desenvolvimento da tarefa.

Resumindo, a análise de resultados sugere que a compreensão e valorização dos critérios de avaliação são condições essenciais para a sua apropriação. Quando os alunos não compreendem exatamente o que se pretende e não identificam vantagens em desenvolver a produção de uma determinada forma em detrimento daquela que está subjacente aos seus padrões autoimpostos dificilmente irão ao encontro dos critérios de avaliação (porque os primeiros prevalecem relativamente aos segundos), especialmente os mais confiantes e com maior sentido crítico. No caso dos alunos menos confiantes e mais conformados (cujas ações visam essencialmente agradar o professor, ainda que possam discordar delas) parece ser mais fácil o ajustamento ou autocontrolo dos padrões autoimpostos.

Tendo em conta que raramente emergiram questões sobre o significado dos descritores, a identificação de aspetos menos claros ou não compreendidos relativamente aos critérios de avaliação parece ser favorecida sobretudo pelo diálogo acerca das produções dos alunos. O mesmo se aplica ao processo de valorização na medida em que (pelo menos para o Gustavo) é essencial compreender e concordar as razões subjacentes ao que é solicitado (quando existe um conflito com os seus padrões autoimpostos).

Parece haver uma certa desvalorização dos processos em detrimento dos produtos, daí que a descrição das estratégias não adotadas tivesse sido um aspeto, por vezes, pouco valorizado. Para além disso, parece haver uma sobrevalorização da componente analítica relativamente à explicação qualitativa dos fenómenos, razão pela qual foram adotadas estratégias específicas para o desenvolvimento da fundamentação teórica e

¹⁵ No caso do Gustavo não foi possível fazer esta comparação porque o aluno não elaborou previamente a secção da planificação do relatório da quarta tarefa e a introdução teórica foi muito sucinta.

planificação do relatório assentes nesta componente e grande parte das questões colocadas pelos alunos tivessem incidido nos cálculos.

Para aplicar os critérios de avaliação os alunos recorreram a estratégias de autorregulação (interação crítica consigo próprios, pedido de ajuda, consulta de fontes de informação, tomada de decisões para ultrapassar dificuldades, utilização do erro e criação de um ambiente favorável), ainda que o modo e a frequência com que as utilizaram tenha variado, parecendo estar relacionado com o perfil dos alunos.

O papel das estratégias e recursos na apropriação dos critérios de avaliação

De acordo com Rust, Price e O' Donovan (2003), assim como Semana (2008), a apropriação dos critérios de avaliação parece ser potenciada pela ação combinada de várias estratégias, daí que o investimento feito tenha passado pela utilização de um conjunto de estratégias e recursos. De seguida, procuro evidenciar o papel de cada um deles na apropriação dos critérios de avaliação, identificando, quer as potencialidades, quer as limitações que emergiram neste estudo.

Rúbrica/grelha com critérios de avaliação

A discussão dos critérios de avaliação parece ter apoiado a sua apropriação. O Gustavo salientou que o facto de os alunos terem verbalizado o significado dos critérios de avaliação favoreceu a sua compreensão. A Sara ressaltou a importância do confronto que ocorreu entre as suas concepções e aquilo que efetivamente se pretendia porque lhe permitiu ficar com uma imagem mais completa e rigorosa do que era esperado. Assim, os critérios de avaliação tornam-se mais claros quando os alunos exprimem o seu entendimento, isto é, quando existe uma negociação de significados (Nunziati, 1990).

Ao longo das várias tarefas verificou-se que, antes de realizarem cada secção do relatório, os alunos da turma liam o último nível dos descritores e procuravam ir ao encontro do que era solicitado. Assim, o nível mais elevado, ao indicar as características de um trabalho de excelência, parece, efetivamente, envolver os alunos num processo de aprendizagem construtiva (Hafner & Hafner, 2003). Ao contrário do que se verificou no estudo desenvolvido por Semana (2008), em que a rúbrica não foi utilizada na elaboração do primeiro relatório, bem como na investigação realizada por Andrade e Du (2007), onde alguns alunos admitiram que, inicialmente, utilizavam a rúbrica apenas por obrigação, neste estudo, os alunos recorreram a ela desde o início. A diferença

encontrada em termos de valorização (e utilização) deste instrumento pode estar relacionada com a forma como emergiu. Neste estudo, a sua entrega foi precedida de uma discussão, tendo os alunos feito propostas para a sua conceção; nos outros a rúbrica foi apresentada como um documento elaborado pelo professor/investigador pronto a usar (ainda que aberto a reformulações, no primeiro caso). Assim, o confronto entre os resultados obtidos nestes três estudos parece reforçar a importância de se responsabilizar os alunos na definição dos critérios de avaliação (Santos et al., 2010).

Tal como emerge na revisão de literatura realizada por Reddy e Andrade (2010), os alunos constituídos casos valorizam a utilização da rúbrica porque clarifica os objetivos do trabalho e permite regular o seu progresso. Consideram que este instrumento, ao indicar o que deve ser incluído e a estrutura a adotar, facilita a elaboração de relatórios de acordo com o esperado. De facto, os relatórios, em linhas gerais, apresentaram a estrutura proposta e incluíram a maioria dos itens solicitados (apesar de o grau de profundidade e de sucesso variar). Uma outra potencialidade que apontaram diz respeito ao processo de autoavaliação. Durante a elaboração do relatório, ocorreram, efetivamente, algumas reformulações. Para além disso, no caso do Gustavo, a rúbrica parece ter sido utilizada também aquando da reformulação de um dos relatórios.

Do ponto de vista dos alunos constituídos casos, de entre os vários instrumentos de orientação fornecidos, a segunda versão da rúbrica foi considerada favorita. Comparativamente com a primeira, a criação de subdivisões permitiu que se concentrassem em menos itens de cada vez. Em relação à grelha com os critérios de avaliação, esta rúbrica era de leitura mais fácil e, portanto, tornava-se mais explícito saber o que fazer. Como tal, os alunos utilizaram a grelha quase exclusivamente para fazer a reflexão final sobre o relatório e nem sempre tiveram em conta os critérios indicados. Estes resultados sugerem, então, que a estrutura do documento fornecido aos alunos poderá influenciar o seu carácter formativo.

Relatórios de tarefas anteriores e relatório-exemplo

Uma das principais potencialidades apontadas pelos alunos da turma aos *relatórios anteriores (comentados)* está relacionada com o facto de terem evitado que fossem cometidos os mesmos erros/lacunas, de alguma forma assinalados através do feedback escrito ou oral fornecido. A Sara acrescentou que estes promoveram a

elaboração de trabalhos mais completos/desenvolvidos. Ambos os alunos constituídos casos consideraram que o facto de terem realizado os relatórios anteriores contribuiu para que compreendessem melhor o que fazer e os munisse de mais experiência e, consequentemente, sentissem mais confiança relativamente ao trabalho desenvolvido. Neste sentido, estes resultados são consistentes com os encontrados por Gomes (2005) e Semana (2008), na medida em que é necessária a criação de oportunidades para que os alunos compreendam os critérios no contexto do seu próprio trabalho.

O perfil do aluno parece estar relacionado com a forma como este instrumento foi utilizado. A Sara parece estar mais dependente de um modelo a seguir (possivelmente devido ao medo de errar) e, por isso, ao desenvolver o relatório da segunda tarefa, parece ter consultado o relatório anterior sempre que começava uma nova secção, copiando algumas frases; o Gustavo demonstrou mais autonomia e parece tê-lo consultado apenas antes de desenvolver as secções em que sentia mais dificuldade (introdução e conclusões & reflexão).

A partir do momento em que o *relatório-exemplo* foi entregue, os alunos passaram a privilegiar a sua consulta em detrimento dos seus relatórios anteriores. A generalidade dos alunos participantes considerou que este instrumento os ajudou a compreender o que se pretendia, porque mostrou como se poderiam colocar em prática os critérios de avaliação (com uma linguagem acessível) e o que poderia ter sido feito para terem um melhor desempenho, o que é concordante com os resultados de Hendry, Bromberger e Armstrong (2011) e salientado por vários autores, como Black e seus colaboradores (2003) e Santos (2002).

Este recurso foi apontado pelos alunos da turma (no questionário final) como um dos mais importantes para a compreensão dos critérios de avaliação. À semelhança dos resultados das investigações de Andrade e seus colaboradores (2008, 2010), os resultados sugerem que a análise do exemplo teve um papel preponderante na compreensão de alguns aspetos e fomentou um melhor desempenho relativamente aos mesmos, fundamentalmente aspetos gráficos (o esquema para ilustrar o procedimento) e estruturais (de organização). Tal parece estar relacionado com a forma como os alunos consultaram o relatório-exemplo, não fazendo uma releitura analítica e crítica. Deste modo, as potencialidades identificadas estão essencialmente relacionadas com os aspetos que emergem de uma leitura “na diagonal” deste instrumento. Tal como Hendry, Armstrong e Bromberger (2012) evidenciam, a forma como os exemplos são discutidos tem influência no papel que os mesmos desempenham. Neste estudo, a

discussão contou com a participação dos alunos, no entanto, talvez os efeitos positivos fossem mais abrangentes se a análise tivesse sido realizada de forma mais autónoma.

Não obstante as potencialidades que poderão estar associadas ao recurso a um exemplo, Norton (2004) alerta-nos para os inconvenientes que podem emergir: o recurso a estratégias mecanicistas e a consequente limitação da criatividade. À semelhança do que ocorreu na investigação desenvolvida por Hendry, Armstrong e Bromberger (2012), também neste estudo um dos alunos constituiu caso (a Sara) imitou aspetos estruturais e a terminologia (o início de algumas frases) do exemplo. O facto de estas desvantagens se evidenciarem apenas neste caso sugere que terão mais probabilidade de surgir quando os alunos têm medo de errar e, por isso, procuram modelos para copiar e, assim, se sentirem mais confiantes relativamente à qualidade da sua produção.

Interação com os pares

Os alunos da turma consideraram que a interação entre pares contribuiu pouco para a compreensão dos critérios de avaliação (foi o recurso apontado no questionário como o que menos ajudou). Não existindo registos de discussões acerca do significado dos descritores, verifica-se que o trabalho em grupo favoreceu essencialmente a aplicação dos critérios de avaliação.

Tal como na investigação de Dias (2005), a colmatação de dificuldades e a identificação de erros (neste estudo associados principalmente à realização de cálculos) foram duas das principais mais-valias das interações com os pares durante o desenvolvimento das tarefas. No que diz respeito à elaboração do relatório em si, a interação entre pares foi importante para ultrapassar dificuldades, tanto em relação a secções do relatório mais complexas (a fundamentação teórica e as conclusões & reflexão) como ao nível da expressão escrita e do rigor científico.

A atitude destes dois alunos perante o grupo foi diferente. A Sara, à medida que ia elaborando os relatórios, ia pedindo a opinião dos colegas de forma muito mais frequente do que o Gustavo. As interações que daí resultavam culminaram na elaboração de uma produção, geralmente, consensual e de maior qualidade (mais completa e rigorosa) do que se tivesse sido realizada individualmente, tal como se verificou nos estudos desenvolvidos por Varandas (2000) e Menino (2004). Também no âmbito da reformulação do relatório da última tarefa, foi evidente o papel da interação

entre os pares na compreensão de alguns comentários escritos e na melhoria das produções.

No caso da Sara, na quarta tarefa, algumas das análises críticas realizadas pelos colegas às suas propostas não foram bem compreendidas e aceites, o que contraria Black e seus colaboradores (2003) que acreditam que os alunos aceitam melhor críticas feitas pelos colegas do que pelos professores. Nas situações em que não foi feita uma contraproposta (ou uma que fosse aceitável, do seu ponto de vista), a Sara propôs eliminar essa parte (ou a sua sugestão). Mais uma vez, o receio de errar e as dificuldades em se exprimir poderão justificar este comportamento.

Nos primeiros trabalhos houve menos partilha de ideias e, por vezes, os alunos solicitavam a minha ajuda antes de procurar a dos pares mas, nas duas últimas tarefas, colaboraram mais entre si. Contudo, a divisão de tarefas, que ocorreu por iniciativa dos alunos para a gestão do tempo, levou a que algumas partes das produções não tivessem resultado de uma partilha de ideias. Assim, o tempo concedido pode condicionar as potencialidades do trabalho em grupo.

Feedback

Ao longo do desenvolvimento das tarefas e respetivos relatórios estabeleceram-se interações orais entre as professoras e os alunos e elaborei comentários escritos que facultaram alguns esclarecimentos, questionaram os alunos e forneceram pistas de ação para os ajudar a ultrapassar as dificuldades, identificar e corrigir erros/lacunas e refletir sobre o processo utilizado/produto desenvolvido, atendendo aos critérios de avaliação.

Feedback escrito. Os comentários escritos foram encarados pelos alunos da turma como naturais, com o objetivo de os ajudar a evoluir na aprendizagem, tal como noutros estudos (Bruno & Santos, 2010; Nunes, 2004). Através deles os alunos consideraram que compreenderam melhor o que se pretendia (uma vez que incidiam em aspetos que não estavam explicitados na rubrica) e perceberam os pontos fracos (erros e lacunas) das primeiras versões. Por conseguinte, consideraram que facilitaram o processo de reformulação e a aplicação dos critérios de avaliação nos relatórios subsequentes, evitando que fossem cometidos os mesmos erros (verificando-se que, nos relatórios dos alunos constituídos casos, tal ocorreu principalmente ao nível da organização e do rigor).

No que diz respeito à completude, os comentários que indicavam o caminho a seguir ou que incluíam exemplos de como fazer, geralmente, parecem ter facilitado a regulação das aprendizagens. Porém, aqueles que não indicavam claramente o erro (menos diretos) ou que apelavam a competências mais complexas (ou menos desenvolvidas), por exemplo a explicação do modo como as fontes de erro influenciaram os resultados, tiveram menos sucesso. Estas evidências são concordantes com os resultados de Bruno (2006), Santos e Dias (2006), assim como já o tinham sido por Black e Wiliam (1998). Tal como no estudo de Santos e Pinto (2009), verificou-se que quando os alunos não sabiam como corrigir, por vezes, optaram por não alterar a produção para que não ficasse pior ou incoerente, outras vezes, removeram a parte que foi alvo do comentário para evitar que os erros permanecessem na segunda versão.

Alguns alunos da turma indicaram, no questionário final, que os comentários escritos promoveram a reflexão, no entanto, nem sempre tal se verificou. Para a Sara, as sugestões fornecidas nos comentários parecem ser consideradas lei. A aluna procurou ir ao encontro das expectativas da professora mesmo quando considerou que as alterações não contribuiriam para o incremento da qualidade da produção. O Gustavo, por seu lado, parece ter uma atitude mais crítica. As suas reestruturações tiveram em conta os seus padrões de qualidade, isto é, os comentários que contrariavam os seus padrões autoimpostos não foram considerados.

A Sara é uma aluna muito aplicada, que procura realizar as tarefas de uma forma completa e correta, mas tem pouca confiança em si. Assim, por vezes, recorreu à pesquisa para ir ao encontro do feedback escrito, mas tendencialmente fez poucas alterações relativamente à fonte consultada de modo a não errar. Alterou apenas os aspetos focados evitando alterações adicionais (uma vez que aquilo que não foi comentado à partida estaria correto). O Gustavo, geralmente, não pesquisou no contexto da realização dos relatórios ou da sua reformulação. Como tem mais confiança em si, apelou apenas aos seus conhecimentos e pensamento crítico. No entanto, no seu caso, o feedback parece ter constituído um ponto de partida para reformulações menos focadas (envolvendo reestruturação e elaboração). Deste modo, e na mesma linha do estudo que desenvolvi anteriormente (Bruno, 2006), assim como outras investigações (Santos & Dias, 2006; Semana, 2008), o feedback não surte igual efeito em todos os alunos.

Feedback oral. Durante o desenvolvimento dos relatórios, o feedback oral favoreceu fundamentalmente a aplicação dos critérios de avaliação, facilitando

frequentemente a superação de dificuldades na realização de cálculos e a utilização de um discurso com maior rigor científico. No caso do Gustavo, o feedback parece ter sido utilizado maioritariamente para esclarecer as suas dúvidas; no caso da Sara, por vezes, parece ter visado a obtenção da resposta correta (ainda que pudesse não ser totalmente compreendido), o que sugere uma relação utilitarista com o saber.

As interações entre a professora/investigadora e os alunos também ocorreram durante as discussões sobre os relatórios (aquando a sua entrega) e nas entrevistas. Foi essencialmente nestes momentos que se promoveu um confronto entre o entendimento do professor e dos alunos relativamente aos critérios. Em sintonia com os resultados de Taras (2003), os resultados deste estudo sugerem que o feedback, neste caso oral, ao esclarecer o que se pretende e ao direccionar o aluno para analisar determinadas partes do relatório com base nos critérios de avaliação, favoreceu a identificação de erros/lacunas, a realização de apreciações mais fidedignas e a reformulação de aspetos menos conseguidos. Assim sendo, o feedback oral, nomeadamente através das discussões em sala de aula, parece ter facilitado o desenvolvimento da competência de autoavaliação, tal como se verificou no estudo desenvolvido por Semana e Santos (2012).

Este foi um dos processos apontados pelos alunos da turma como mais relevante para a compreensão dos critérios de avaliação (ocupando o primeiro lugar na resposta ao questionário pelo Gustavo e o segundo pela Sara). Do ponto de vista destes alunos, permitiu clarificar o que se pretendia (e identificar significados atribuídos que não correspondiam ao esperado) e também alguns comentários escritos, através do confronto entre a produção e o esperado. Tal parece corroborar a ideia de que o feedback pode ser importante para eliminar ambiguidades e mal entendidos (Taras, 2003). A Sara acrescentou, ainda, que as entrevistas fomentaram a realização de uma análise da produção mais profunda do que a que tinha sido realizada individualmente (fruto apenas da sua reflexão). Assim sendo, a socialização (nomeadamente as interações aluno-professor) parecem ser fundamentais para que os critérios seja interiorizados (Santos & Semana, 2012; Wharton, 2003), ajudando os alunos a perceber o seu significado (Rust, Price & O'Donovan, 2003).

Tal como se verificou no estudo realizado por Semana (2008), do feedback oral (por vezes como complemento de outras estratégias/instrumentos) resultaram conhecimentos, ideias e orientações que foram contempladas nos relatórios seguintes. Por exemplo, a compreensão do que era esperado relativamente à indicação de fontes de

erro e sugestões de alternativas para os minimizar, assim como alguns aspetos de organização (como a separação entre o registo e o tratamento de dados).

A aprendizagem mediada pela apropriação dos critérios de avaliação

Nesta investigação, que incide no processo de aprendizagem da Física e Química mediado pela apropriação de critérios de avaliação, emergem evidências que apontam para o desenvolvimento de competências, principalmente competências investigativas e de autoavaliação.

O desenvolvimento de competências investigativas no âmbito da Física e Química

A apropriação dos critérios de avaliação parece ter promovido o desenvolvimento de competências investigativas do tipo processual, uma vez que, ao longo do tempo, os alunos foram registando os dados obtidos de uma forma mais organizada, e também do tipo conceptual. A este nível observou-se uma crescente autonomia na definição dos objetivos das tarefas (no caso do Gustavo), na planificação de uma experiência para dar resposta a uma questão-problema, na análise dos dados recolhidos à luz de modelos ou do quadro teórico, na confrontação dos resultados obtidos com as previsões (especialmente no caso da Sara) e na identificação das fontes de erros. No entanto, também existem evidências que apontam para a realização de aprendizagens pouco consistentes. Uma delas está relacionada com a definição de objetivos sintéticos. Não obstante as várias estratégias implementadas com o intuito de levar os alunos a ajustar os seus padrões iniciais, verificou-se que ambos os alunos constituídos casos mantiveram a perspetiva de que, em determinadas situações, seria favorável fornecer definições dentro do próprio objetivo (no caso do Gustavo) ou informação adicional relevante para o estabelecimento de conclusões (no caso da Sara). Assim sendo, embora alguns relatórios contemplassem objetivos sintéticos, o mesmo não se verificou com outros (nomeadamente o relatório da última tarefa).

Um outro aspeto nem sempre conseguido diz respeito à explicitação dos resultados para justificar conclusões e, no caso do último relatório, foi enunciada uma conclusão sem que tivessem sido recolhidas evidências para tal. Segundo Baptista (2010), assim como Afonso e Leite (2013), os alunos têm dificuldades em usar evidências para elaborar conclusões. Assim, torna-se importante adotar estratégias adequadas para o desenvolvimento desta competência nos alunos.

A explicação do modo como as fontes de erro afetaram os resultados foi um item não contemplado de forma satisfatória em nenhum dos relatórios elaborados pelos alunos constituídos casos. Este apela à utilização de capacidades de pensamento crítico bastante desenvolvidas, pelo que as estratégias implementadas parecem ter sido insuficientes e/ou desadequadas para a sua aprendizagem.

Uma das grandes dificuldades sentidas pelos alunos prende-se com a comunicação escrita, nomeadamente a comunicação científica, o que se poderá explicar com a falta de prática na realização de relatórios escritos. No entanto, ao longo do estudo, deixaram de ser cometidas algumas incorreções científicas (identificadas em relatórios anteriores) parecendo haver uma apropriação progressiva da linguagem científica. Para além disso, de um modo geral, também se verificou uma maior facilidade no desenvolvimento e organização das ideias ao longo do tempo, pelo que, de um modo geral, se observou um aumento progressivo da qualidade dos relatórios escritos, tal como se verificou em vários estudos (Andrade & Du, 2007; Dann, 2002; Dias, 2005; Semana, 2008; Varandas, 2000).

No que diz respeito às competências do tipo social, atitudinal e axiológico, verificou-se uma crescente colaboração entre os elementos do grupo na elaboração dos relatórios, à semelhança do que se observou nos estudos de Leal (1992), Menino (2004) e Semana (2008). Deste modo, a interiorização progressiva dos critérios de avaliação parece ter fomentado uma maior ação conjunta entre os elementos do grupo, sendo menos solicitada a ajuda do professor em relação a aspetos transversais. Também no desenvolvimento do último relatório foi mais evidente a reflexão sobre pontos de vista contrários, o que constitui outra evidência do desenvolvimento de capacidades de trabalho em grupo.

O desenvolvimento da competência de autoavaliação

De entre as competências que se pretendiam desenvolver, a autoavaliação merece ser aqui destacada, uma vez que se procurou promover a apropriação dos critérios de avaliação e, de acordo com Dann (2002), assim como Pinto e Santos (2006), este processo é fundamental para que os alunos compreendam os seus sucessos e dificuldades e autorregulem as suas aprendizagens. Efetivamente, os resultados parecem sugerir que a qualidade das análises realizadas (comunicadas através das reflexões escritas) aumentou mediante a apropriação dos critérios de avaliação. No caso do

Gustavo, as reflexões, a partir do primeiro relatório, deixaram de ser tão vagas e de se restringir apenas à análise da completude, contemplando outros critérios de avaliação. No caso da Sara, verificou-se que, a partir da segunda tarefa, deixou de apontar a presença de itens que não constavam na produção. Tal como no estudo desenvolvido por Semana e Santos (2012), observou-se uma aproximação entre a reflexão dos alunos sobre o seu desempenho e a avaliação do professor. O número de apreciações fidedignas com a produção foi maior nos últimos relatórios de ambos os alunos constituídos casos do que no relatório da primeira tarefa. Estes resultados parecem sugerir que o aumento da eficácia na identificação de pontos fortes e fracos é uma das potencialidades da apropriação dos critérios de avaliação, tal como é referido por Andrade e Du (2007) e Dann (2002). Mas, se por um lado, a apropriação dos critérios de avaliação parece ter fomentado reflexões mais adequadas, por outro, a não apropriação parece ter limitado a qualidade das mesmas. Por exemplo, em ambos os casos, a explicação dos efeitos das fontes de erro nos resultados foi um item que, apesar de não estar presente, nunca foi referido como um ponto fraco nas reflexões escritas.

As propostas de melhoria também parecem ter sido favorecidas pela compreensão e interiorização daquilo que era esperado. Durante a primeira entrevista, mediante os esclarecimentos fornecidos, o Gustavo foi capaz de fazer propostas para completar e desenvolver a planificação e, na secção das conclusões & reflexão, identificou fontes de erro. Na quarta entrevista, sem apoio da professora/investigadora, foi capaz de fazer uma análise crítica de aspetos que, em relatórios anteriores, tinham sido pouco conseguidos/ausentes (o esquema ilustrativo e os subtítulos) e propôs melhorias. A Sara, por sua vez, não propôs melhorias durante a primeira entrevista mas, nas seguintes, já o fez. Para além disso, durante o desenvolvimento dos relatórios, registaram-se, em áudio, um maior número de propostas de melhoria na terceira e quarta tarefas (principalmente na última) e incidindo num leque mais diversificado de critérios de avaliação do que no relatório da segunda tarefa. Além da construção frásica e da organização do texto, as sugestões abrangeram também o desenvolvimento e a coerência.

Relativamente ao modelo de autorregulação proposto por Zimmerman (2002), os resultados deste estudo parecem enfatizar que a fase de autorreflexão pode (e deve) ocorrer também em simultâneo com a fase de execução para que haja um reajuste das estratégias adotadas no sentido se atingirem os objetivos (e de se ir ao encontro dos

critérios de avaliação). Assim, o feedback interno que se gera tem repercussões, não apenas nas tarefas subsequentes, mas também no desenvolvimento da tarefa em curso.

Os alunos, quer os que foram constituídos casos, quer a quase totalidade dos restantes, consideraram que desenvolveram a competência de autoavaliação. Além do mais, parece ter havido uma alteração das suas conceções relativamente à avaliação e, em particular, aos critérios de avaliação. No fim do estudo, a função formadora passou a estar patente, o que sugere um maior conhecimento sobre os processos e recursos associados à autoavaliação.

Tal como se verificou no estudo desenvolvido por Andrade e Valtcheva (2009), os alunos foram adquirindo uma atitude mais positiva em relação à autoavaliação porque foram reconhecendo as suas vantagens. Esta situação foi muito evidente no caso da Sara, na medida em que, inicialmente, considerava que a avaliação deveria ser da exclusiva responsabilidade do professor mas, com o passar do tempo, passou a identificar benefícios na sua realização (a identificação dos pontos fortes e fracos da produção e a melhoria da sua qualidade). Tal como Allal (1999), Perrenoud (1999) e Bound (2000) referem, é necessário que os alunos compreendam as vantagens da autoavaliação para que se envolvam neste processo. Assim sendo, este primeiro passo parece ter sido dado. No entanto, e tal como os alunos constituídos casos referem, nem sempre se envolveram tanto quanto desejariam (ou da forma que consideravam ser mais adequada) e, por conseguinte, nem sempre tiraram todo o proveito que poderiam. Geralmente, não leram todo o relatório e, por conseguinte, o confronto entre a produção e os descritores baseou-se naquilo que se recordavam ter feito e não numa análise pormenorizada. Deste modo, estes resultados parecem sustentar que é difícil levar os alunos a refletir sobre o seu próprio trabalho, nomeadamente em função dos critérios de avaliação, com a profundidade que se pretende (Black et al., 2003).

Os resultados sugerem que o desenvolvimento da competência de autoavaliação é um processo complexo e que envolve tempo (Black et al., 2003; Nunziati, 1990; Semana e Santos, 2010; Taras, 2001), na medida em que: i) a argumentação apresentada relativamente aos pontos fortes e fracos assinalados foi diminuta e algumas reflexões foram vagas; ii) no caso do Gustavo, o processo de autoavaliação durante a realização dos relatórios parece ter sido pouco frequente e ter incidido fundamentalmente no rigor (na terminologia utilizada e na correção analítica) e; iii) no caso da Sara, o empenho e esforço foram critérios utilizados para avaliar a qualidade do relatório da última tarefa. Assim, e tal como os resultados de Semana e Santos (2010) sugerem, a competência de

autoavaliação parece evoluir gradualmente e de forma diferente de aluno para aluno.

Limitações do estudo

Este estudo apresenta algumas limitações associadas às estratégias pedagógico-didáticas adotadas, à gestão de tempo e, ainda, às opções metodológicas tomadas. No que diz respeito às estratégias, o facto de ter optado por promover o trabalho em grupo teve vantagens e desvantagens. Por um lado, as interações entre os colegas (áudio-gravadas) permitiram aceder ao pensamento dos alunos com uma extensão que não seria possível num contexto de trabalho individual, uma vez que teriam menos oportunidade de o exteriorizar. Para além disso, tendo em conta que pretendia compreender o papel da interação com os pares na apropriação dos critérios de avaliação, havia necessariamente que a promover. Mas, por outro, o facto de, por vezes, os colegas de grupo se terem antecipado aos alunos caso (fazendo propostas, respondendo a questões) e de os grupos terem decidido dividir algumas tarefas dificultou, em alguns momentos, a compreensão do modo como estes alunos entenderam, valorizaram e aplicaram alguns critérios de avaliação. Para além do mais, o facto de algumas partes de alguns relatórios terem tido um fraco contributo dos referidos alunos (especialmente no caso do Gustavo) limitou também a compreensão da evolução da qualidade dos relatórios. Atendendo a que se analisaram apenas quatro relatórios, teria sido importante fazer uma análise comparativa de todos eles relativamente às várias secções, o que acabou por nem sempre ocorrer porque excluí do processo de análise as partes que não contaram com a participação dos alunos constituídos casos (ainda que as perspetivas dos mesmos relativamente a essas partes tivessem sido consideradas, quando relevante).

O desenvolvimento da competência de autoavaliação é moroso e exigente (Black et al., 2003; Semana & Santos, 2010), por isso, o número de relatórios (três num ano letivo e um no ano seguinte) possivelmente teria de ser aumentado para que os efeitos fossem mais notórios. Quanto maior for a participação do aluno no processo de autoavaliação, mais se desenvolve o seu controle em relação à aprendizagem, ou seja, maior é a sua autonomia (Paris & Paris, 2001). Assim, poderão não ter sido promovidas as melhores condições para estimular os alunos a assumir uma maior responsabilidade neste processo. O facto de não ter solicitado uma reflexão escrita individual poderá ter contribuído para que os alunos não se tivessem envolvido no processo de autoavaliação

tanto quanto o desejado. Por exemplo, em virtude da divisão de tarefas, verificou-se que os alunos constituídos casos quase não participaram na elaboração da reflexão escrita do relatório da segunda tarefa. Assim, para além de o número de situações de aprendizagem criado para promover a análise crítica já ser reduzido, na prática, acabou por ser ainda inferior.

Para além do mais, a reflexão sobre o relatório parece ter sido desvalorizada pelos alunos da turma. Era feita muito rapidamente e alvo de pouca discussão e, na terceira tarefa, que foi terminada fora da aula, nem sequer foi feita por alguns grupos. O facto de não ter sido considerada para a classificação dos relatórios poderá ter constituído uma razão. Tal como Crisp (2012) sugere, teria sido importante valorizar e recompensar os alunos pela qualidade das suas análises críticas. Outra razão poderá estar relacionada com o *timing*. Solicitei a sua realização logo após a conclusão dos relatórios. Deste modo, os alunos, por um lado, já estavam cansados e pouco motivados para realizar mais uma tarefa e, por outro, recordavam-se daquilo que tinham acabado de fazer, pelo que, muitas vezes, acabaram por não reler e analisar criticamente cada uma das secções do relatório. Tal como no estudo desenvolvido por Semana e Santos (2010), as reflexões escritas não incluíram aspetos a melhorar, isto é, não foram delineadas estratégias de intervenção para eliminar a diferença entre o desempenho efetivo e o desejado. Assim, para que esta tarefa promova efetivamente todas as fases do processo de autoavaliação terá de ser repensada.

No que diz respeito à gestão de sala de aula, o maior constrangimento prendeu-se com o tempo disponibilizado para a realização dos relatórios e reflexões escritas. Nas segunda e quarta tarefas, estes foram realizados integralmente durante as aulas disponibilizadas para o efeito e, por isso, os alunos tiveram um tempo mais limitado, o que levou a que tivessem tomado determinadas decisões, como a divisão de tarefas e a não reformulação de partes que consideraram menos conseguidas. Tal significa que poderia ter havido uma maior partilha de ideias e a qualidade dos relatórios poderia ter sido maior se tivesse sido fornecido mais tempo. Contudo, há que ter em conta que o tempo disponibilizado foi bastante razoável (um bloco de 135 minutos para o desenvolvimento da tarefa e cerca dois blocos de 90 minutos para a realização do respetivo relatório e reflexão escrita) e que, em qualquer circunstância, será necessário estabelecer um prazo para a sua realização.

A opção de solicitar a conclusão de alguns relatórios (na primeira e terceira tarefas) e a sua reformulação extra-aula, embora tivesse proporcionado aos alunos mais

tempo e a oportunidade de os desenvolver num ambiente mais calmo, com mais facilidade de consultar fontes de informação (como a Internet ou outros livros), desfavoreceu, em algumas situações, a partilha de ideias (devido à divisão de tarefas) e impossibilitou (em alguns momentos) a recolha de dados porque nem sempre foi possível fazer o registo áudio. Efetivamente, nem sempre as condições fornecidas para a aprendizagem dos alunos são as mais favoráveis para o cumprimento dos objetivos de uma investigação.

No que diz respeito à metodologia do estudo, optei por realizar entrevistas aos alunos constituídos casos após a entrega de cada um dos relatórios. Mas, o facto de terem sido realizadas após a discussão no grupo-turma poderá ter influenciado a reflexão dos mesmos relativamente às suas produções. Ou seja, as reflexões e autoavaliações por eles realizadas durante as entrevistas poderão ter resultado, não apenas de uma reflexão pessoal, mas ter como base alguns dos aspetos focados nessas discussões.

Um outro aspeto a considerar prende-se com o grau de profundidade das reflexões promovidas durante as entrevistas. Para além de não terem sido realizados com os restantes alunos da turma, estes momentos de reflexão promovidos individualmente não são fáceis de implementar em sala de aula (com todos os alunos). Atendendo a este facto emergem as seguintes questões: será que o progresso evidenciado pelos alunos constituídos caso seria o mesmo se estas entrevistas não tivessem sido realizadas após cada tarefa? Neste sentido, será expectável observar progressos semelhantes noutras situações de aprendizagem em que se utilizem as mesmas estratégias e recursos para apoiar a apropriação dos critérios de avaliação? Os alunos constituídos casos salientaram que as entrevistas fomentaram uma reflexão profunda acerca das suas produções. Todavia, também nos restantes alunos da turma se registou uma melhoria da qualidade dos relatórios ao longo do estudo, sugerindo que as estratégias/instrumentos utilizados contribuíram para a apropriação dos critérios de avaliação.

Uma última limitação prende-se com facto de ter adotado simultaneamente a posição de professora e de investigadora. Embora tenha constituído uma opção consciente e fundamentada, tendo sido tomados cuidados de forma a minimizar os constrangimentos associados a esta dupla função (descritos no capítulo da metodologia), os alunos poderão, eventualmente, ter-se sentido retraídos em expor abertamente todas as suas dificuldades, pontos de vista e emoções. Tal poderá ter enviesado a recolha de

dados através de alguns instrumentos, uma vez que os alunos poderão ter sentido que isso poderia contribuir para a sua classificação. Apesar desta possibilidade, estou convicta que esta dupla função não teve repercussões na validade e fidelidade dos resultados obtidos porque as interações que se estabeleceram entre professora/investigadora e os alunos basearam-se na confiança. Para além do mais, ao ter realizado várias entrevistas, os alunos tiveram oportunidade de compreender o uso que era dado às informações recolhidas, o que poderá ter favorecido o desenvolvimento/reforço desta confiança. Deste modo, julgo que estes se sentiram confortáveis em partilhar as suas ideias com sinceridade.

Implicações do estudo e sugestões para futuras investigações

Os documentos normativos, nomeadamente o Despacho Normativo n.º 24-A/2012, de 6 de dezembro e a Portaria 550-D/2004, de 21 de maio, salientam a importância de dar a conhecer os critérios de avaliação no ensino básico e secundário, respetivamente. De acordo com a legislação em vigor, aqueles que são utilizados para classificar os alunos no final de cada período letivo são divulgados a toda a comunidade educativa. No entanto, o discurso dos alunos constituídos casos sugere que, ao longo do seu percurso escolar, os critérios de avaliação das tarefas propostas pelos seus professores geralmente não foram divulgados de forma explícita. Atendendo a que os mesmos são fundamentais para orientar (e regular) o trabalho desenvolvido pelos alunos, será importante compreender o estado de arte do ensino em Portugal relativamente a este aspeto e investigar formas de impulsionar a partilha dos critérios de avaliação relativamente aos vários instrumentos de avaliação (e aprendizagem) utilizados em sala de aula.

Sendo os relatórios das atividades experimentais um instrumento de avaliação tão comum no ensino das ciências (Leite, 2000) e relativamente ao qual parece existir pouca investigação (nomeadamente no que diz respeito ao processo de apropriação dos critérios de avaliação), este estudo poderá fornecer pistas de ação relativamente à operacionalização de uma avaliação reguladora associada a este instrumento.

A rúbrica revelou ser um documento com um papel muito importante na orientação do trabalho desenvolvido pelos alunos e, por isso, foi bastante valorizada. No entanto, é um instrumento cuja construção não é fácil. Relatório a relatório fui

identificando aspetos que poderiam ser melhorados e ainda considero que existem outros a melhorar. O mesmo consideraram outros investigadores. O critério de avaliação "é um instrumento de trabalho, sujeito a aperfeiçoamentos, regulável e evolutivo (Vial, 2012, p. 277). Neste sentido, as rúbricas criadas poderão ser um ponto de partida (ou um exemplo) para que os professores as possam adaptar e usar.

A utilização da rúbrica para favorecer a aprendizagem dos alunos revelou ser um processo desafiante, por exemplo, no que diz respeito ao fornecimento de feedback com base nos critérios de avaliação. Tal como os resultados de So e Lee (2011) sugerem, não basta conhecer; é necessário valorizar e saber aplicar a rúbrica numa perspetiva de avaliação *para* e *como* aprendizagem. É com base neste pressuposto que considero que é fundamental desenvolver mais investigação centrada na implementação deste recurso de forma a sustentar uma mudança de práticas, em que a avaliação reguladora seja cada vez mais expressiva.

Este estudo focou de forma aprofundada apenas dois alunos numa situação de aprendizagem muito particular – a realização de relatórios no âmbito de tarefas de carácter investigativo de Física e Química. De forma a se desenvolver uma teoria mais robusta, seria importante perceber: i) de que modo alunos com outras características e de outros ciclos de escolaridade apropriam os critérios de avaliação?; ii) de que modo os alunos apropriam os critérios de avaliação relativamente a outros tipos de tarefas e de instrumentos de aprendizagem/avaliação (utilizarão as mesmas estratégias)?; iii) que impacto terá a longo prazo o investimento na apropriação dos critérios de avaliação?

À semelhança do que se verificou noutros estudos (Gomes, 2005; Semana, 2008), por vezes, os alunos deixaram-se liderar por padrões autoimpostos e não investiram muito em alguns itens do relatório e critérios de avaliação porque não os valorizam. Tal sugere que a valorização é fundamental e merece ser investigada no sentido de se identificarem estratégias que a possam promover. De que modo poderemos levar os alunos a valorizar determinados critérios de avaliação? Como podemos, por exemplo, fomentar a valorização dos processos e não apenas dos produtos?

Apesar de este estudo parecer ter contribuído para que a maioria dos alunos participantes passasse a valorizar e a compreender os propósitos e potencialidades da autoavaliação, verificou-se que as reflexões escritas, geralmente, foram desenvolvidos de forma pouco profunda. Que estratégias poderemos utilizar para favorecer uma análise mais profunda das produções? Que condições estimularão os alunos a

efetivamente retirar partido dessa reflexão? Estas são algumas questões que emergem e que ficam por responder, podendo constituir o ponto de partida para outros estudos de investigação.

Referências bibliográficas

- Abd-El-Khalick, F., BouJaoude, S., Duschl, R., Lederman, N.G., Mamlock-Naaman, R., Hofstein, A., Niaz, M., Treagust, D., & Tuan, H.L. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88(3), 397-419.
- Abrecht, R. (1994). *A avaliação formativa*. Rio Tinto: Edições Asa. (Trabalho original publicado em 1986).
- Afonso, A., & Leite, L. (2003). A inter-relação teoria-evidência-explicação científica: Um estudo com alunos do 9.º e 11.º anos de escolaridade. In A. Neto (Org.), *Actas do IV encontro nacional de didáticas e metodologias de educação* (pp. 1175-1186). Évora: Universidade de Évora.
- Alarcão, I. (2001). Professor-investigador: Que sentido? Que formação? In B. P. Campos (Ed.), *Formação profissional de professores do ensino superior* (Vol. 1, pp. 21-31). Porto: Porto Editora.
- Allal, L. (1986). Estratégias de avaliação formativa: concepções psicopedagógicas e modalidades de aplicação. In L. Allal, J. Cardinet & P. Perrenoud (Org.), *A avaliação num ensino diferenciado* (pp. 175-209). Coimbra: Almedina. (Trabalho original publicado em 1979).
- Allal, L. (1999). Impliquer l'apprenant dans le processus d'évaluation: promesses et pièges de l'autoévaluation. In C. Depover & B. Noël (Eds.), *L'évaluation des compétences et des processus cognitifs: modèles, pratiques et contextes* (pp. 35-54). Paris : De Boeck Université.
- Almeida, M. T., & Veiga Simão, A. M. (2007). Concepções de professores sobre o processo de composição escrita. In A. M. Veiga Simão, A. Lopes da Silva & I. Sá (Org.), *Auto-regulação da aprendizagem: das concepções às práticas* (pp. 41-61). Lisboa: Educa, Unidade de I & D de Ciências da Educação.

- American Association for the Advancement of Science (1989). *Science for all americans: Project 2061*. Washington, DC: AAAS.
- Anderson, G., & Herr, K. (1999). The new paradigm wars: is there room for rigorous practioner knowledge in schools and universities? *Educational Researcher*, 28(5), 12-21, 40.
- Anderson, R. (2002). Reforming science teaching: What research says about inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), 1-12.
- Andrade, H. (2000). Using rubrics to promote thinking and learning. *Educational Leadership*, 57(5), 13–18.
- Andrade, H. (2001). The effects of instructional rubrics on learning to write. *Current Issues in Education*, 4(4). Retirado de <http://cie.ed.asu.edu/volume4/number4>
- Andrade, H., & Du, Y. (2007). Student responses to criteria-referenced self-assessment. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 32(2), 159-181.
- Andrade, H., Du, Y., & Mycek, K. (2010). Rubric-referenced self-assessment and middle school students' writing. *Assessment in Education*, 17(2), 199-214.
- Andrade, H., Du, Y., & Wang, X. (2008). Putting rubrics to the test: The effect of a model, criteria generation, and rubric-referenced self-assessment on elementary school students' writing. *Educational Measurement: Issues and Practices*, 27(2), 3-13.
- Andrade, H., & Valtcheva, A. (2009). Promoting learning and achievement through self-assessment. *Theory in Practice*, 48(2), 12-19.
- Associação de Professores de Matemática (1998). *Matemática 2001: Diagnóstico e recomendações para o ensino e aprendizagem da Matemática*. Lisboa: APM.
- Baptista, M. (2006). *Avaliação formativa como processo de regulação das aprendizagens em actividades de investigação sobre o som: Um estudo com alunos do 8.º ano de escolaridade* (Tese de mestrado, Universidade de Lisboa).
- Baptista, M. (2010). *Concepção e implementação de actividades de investigação: Um estudo com professores de Física e Química do ensino básico* (Tese de doutoramento, Universidade de Lisboa).

- Barbosa, J., & Alaiz, V. (1994a). Auto-avaliação. In D. Fernandes (Coord.), *Pensar avaliação, melhorar a aprendizagem*. Lisboa: IIE
- Barbosa, J., & Alaiz, V. (1994b). Explicitação de critérios – exigência fundamental de uma avaliação ao serviço da aprendizagem. In D. Fernandes (Coord.), *Pensar avaliação, melhorar a aprendizagem*. Lisboa: IIE
- Barman, C.R. (2002). How do you define inquiry? *Science and Children*, 26, 8–9.
- Barreira, C. (2001). Duas estratégias complementares para a avaliação das aprendizagens: a avaliação formadora e a avaliação autêntica. *Revista Portuguesa de Pedagogia*, 35(3), 3-33.
- Barreira, C. (2005). Soluções para a prática de avaliação formativa. *Revista Portuguesa de Pedagogia*, 39(2), 137-149.
- Barreira, C., & Pinto, J. (2005). A investigação em Portugal sobre a avaliação das aprendizagens dos alunos (1990-2005). *Investigar em Educação*, 4, 21-105.
- Barrow, L. (2006). A brief history of inquiry: from Dewey to Standards. *Journal of Science Teacher Education*, 17, 265-278.
- Bell, R., Blair, L., Crawford, B., & Lederman, N. (2003). Just do it? Impact of science apprenticeship program on high school students' understandings of the nature of science and scientific inquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(5), 487-509.
- Bell, R., Smetana, L., & Binns, I. (2005). Simplifying inquiry instruction: Assessing the inquiry level of classroom activities. *Science Teacher*, 72(7), 30-33.
- Bennett, J. (2005). *Teaching and learning science: A guide to recent research and its application*. London: Continuum Collection.
- Bennett, R. (2011). Formative assessment: a critical review. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 18(1), 5-25.
- Berg, C., Bergendahl, V., & Lundberg, B. (2003). Benefiting from an open-ended experiment? A comparison of attitudes to, and outcomes of, an expository versus an open-inquiry version of the same experiment. *International Journal of Science Education*, 25(3), 351-372.

- Berger, J., Boles, K., & Troen, V. (2005). Teacher research and school change: paradoxes, problems, and possibilities. *Teaching and Teacher Education*, 21, 93-105.
- Black, P., & Wiliam, D. (1998). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 5(1), 7-74.
- Black, P., & Wiliam, D. (2009). Developing the theory of formative assessment. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 21(1), 5-31.
- Black, P., Harrison, C., Lee, C., Marshall, B., & Wiliam, D. (2002). *Working inside the black box: Assessment for learning in the classroom* (1st ed.). London: nferNelson.
- Black, P., Harrison, C., Lee, C., Marshall, B., & Wiliam, D. (2003). *Assessment for learning: Putting it into practice*. London: Open University Press.
- Black, P., Harrison, C., Lee, C., Marshall, B., & Wiliam, D. (2004). Working inside the black box: Assessment for learning in the classroom. *Phi Delta Kappan*, 86(1), 8-21.
- Blais, J-G., & Laurier, M. (2006). La construction d'échelles de compétences à partir d'indicateurs de performance. In G. Figari, P. Rodrigues, M. Alves & P. Valois (Eds./Orgs.), *Evaluation des compétences et apprentissages expérientiels: savoirs, modèles et méthodes = Avaliação de competências e aprendizagens experenciais : saberes, modelos e métodos* (pp. 349-361). Lisboa: Educa.
- Blanchard, M., Southerland, S., Osborne, J., Sampson, V., Annetta, L., & Granger, E. (2010). Is inquiry possible in light of accountability? A quantitative comparison of the relative effectiveness of guided inquiry and verification laboratory instruction. *Science Education*, 94(4), 577-616.
- Bloom, B., Hastings, J., & Madaus, G. (1971). *Handbook on formative and sumative of student learning*. New York: MacGrawHill.
- Boavida, J., & Barreira, C. (2006). Como promover a avaliação de competências em professores e alunos? In G. Figari, P. Rodrigues, M. Alves & P. Valois (Eds./Orgs.), *Evaluation des compétences et apprentissages expérientiels: savoirs, modèles et méthodes = Avaliação de competências e aprendizagens experenciais : saberes, modelos e métodos* (pp. 309-321). Lisboa: Educa.

- Boavida, J., & Vaz, P. (1987). Auto-avaliação: contributo para a sua revalorização no processo pedagógico. *Revista Portuguesa de Pedagogia*, 21, 463-477.
- Bodgan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação*. Porto: Porto Editora. (Trabalho original publicado em 1991).
- Boekaerts, M., Maes, S., & Karoly, P. (2005). Self-regulation across domains of applied psychology: Is there an emerging consensus? *Applied Psychology*, 54(2), 149–154.
- Bonniol, J., & Vial, M. (2001). *Modelos de avaliação: Textos fundamentais*. Porto Alegre, Brasil: Artmed.
- Bound, D. (2000). Sustainable assessment: rethinking assessment for the learning society. *Studies in Continuing Education*, 22(2), 151-167.
- Brookhart, S. (2007). Feedback that fits. *Educational Leadership*, 65(4), 54-59.
- Brown, G., & Hirschfeld, G. (2008). Students' conceptions of assessment: Links to outcomes. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 15(1), 3-17.
- Bruno, I. (2006). *Avaliação das aprendizagens: O processo de regulação através do feedback: Um estudo em Físico-Química no 3º ciclo de ensino básico* (Tese de mestrado, Universidade de Lisboa).
- Bruno, I., & Santos, L. (2010). Written comments as a form of feedback. *Studies in Educational Evaluation*, 36, 111-120.
- Burns, R. B. (2000). *Introduction to research: Methods* (4th ed.). London: Sage Publications.
- Butler, D., & Winne, P. (1995). Feedback and self-regulated learning: a theoretical synthesis. *Review of Educational Research*, 65, 245-281.
- Butler, R. (1987). Task-involving and ego-involving properties of evaluation: effects of different feedback conditions on motivational perceptions, interest, and performance. *Journal of Educational Psychology*, 79(4), 474-482.
- Butler, R. (1988). Enhancing and undermining intrinsic motivation: The effects of task-involving and ego-involving evaluation on interest and performance. *British Journal of Educational Psychology*, 58, 1-14.
- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2000). Reflexão em torno de perspectivas de ensino das ciências: contributos para uma nova orientação curricular – ensino por pesquisa. *Revista de Educação*, 9(1), 69-78.

- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2002). *Ciência, educação em ciência e ensino das ciências*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2004). Da educação em ciência às orientações para o ensino das ciências: Um repensar epistemológico. *Ciência & Educação*, 10(3), 363-381.
- Carrasquinho, S. (2007). *A Investigação educacional e as práticas lectivas em ciências: Contributo de um estudo de avaliação do impacte de um ensino por resolução de problemas* (Tese doutoramento, Universidade de Aveiro).
- Christians, C. (2000). Ethics and politics in qualitative research. In N. Denzin & Y. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research* (2nd ed., pp. 133-155). Thousand Oaks: Sage Publications.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2000). *Research methods in education* (5th ed.). London and New York: Routledge/Falmer.
- Colburn, A. (2000). An inquiry primer. *Science Scope*, 23(6), 42 – 44.
- Comissão Europeia (2007). *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. Brussels: CE.
- Correia, C. (2003). Metacognição: um apoio ao processo de aprendizagem. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 16(1), 109-116.
- Correia, E. (2004). *Avaliação das aprendizagens - Uma carta de princípios*. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Costa, J. (2006). Auto-regulação da aprendizagem : perspectivas, fases e estratégias. *Psychologica*, 43, 125-141.
- Crawford, K., & Adler, J. (1996). Teachers as researchers in mathematics education. In A. Bishop, K. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick & C. Laborde (Eds), *International handbook of mathematics education* (pp. 1187-1205). Dordrecht: Kluwer academic publishers.
- Creswell, J. (2007). *Qualitative inquiry & research design: Choosing among five approaches*. London: Sage Publications.
- Crisp, G. (2012). Integrative assessment: Reframing assessment practice for current and future learning. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 37(1), 33-43.
- Dann, R. (2002). *Promoting assessment as learning: Improving the learning process* (1st ed.). New York: Routledge Falmer.

- Deboer, G. (2002). Student-centered teaching in a standards-based world: finding a sensible balance. *Science & Education*, 11, 405–417.
- Decreto-Lei nº7/2001, de 18 de janeiro. D.R. I Série A.
- Decreto-Lei nº139/2012, de 5 de julho. D. R. I Série.
- De Ketele, J. M. (2006). Caminhos para a avaliação de competências. *Revista Portuguesa de Pedagogia*, 40(3), 137-147.
- Demo, P. (2000). *Educar pela pesquisa* (4.^a ed.). Campinas: Editora Autores Associados.
- Denzin, N., & Lincoln, Y. (2000). Introduction: the discipline and practice of qualitative research. In N. Denzin & Y. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research* (2nd ed., pp. 1-28). Thousand Oaks: Sage Publications.
- Despacho Normativo nº 21/2002, de 10 de abril. D.R. I Série B.
- Despacho Normativo n.º 24-A/2012, de 6 de dezembro. D.R. II Série.
- Despacho Normativo n.º 74/2004, de 26 de março. D.R. I Série A.
- Despacho Normativo n.º 338/1993, de 21 de outubro. D.R. I Série B.
- Dias, P. (2005). *Avaliação reguladora no ensino secundário. Processos usados pelos alunos em investigações matemáticas* (Tese de Mestrado, Universidade de Lisboa).
- Dias, D., & Veiga Simão, A. M. (2007). O conhecimento estratégico e a auto-regulação do aprendente. In A. M. Veiga Simão, A. Lopes da Silva & I. Sá (Org.), *Auto-regulação da aprendizagem: Das concepções às práticas* (pp. 93-129). Lisboa: Educa, Unidade de I & D de Ciências da Educação.
- Dias, S., & Santos, L. (2008). Porque razão é importante identificar e analisar os erros e dificuldades dos alunos? O feedback regulador. In L. Menezes, L. Santos, H. Gomes & C. Rodrigues (Org.), *Avaliação em Matemática: Problemas e desafios* (pp. 133-143). Viseu: Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação.
- Díaz, M. J. (2002). Enseñanza de las ciencias, ¿Para qué? *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(2), 57-63.
- Direção-Geral de Estatísticas da Educação e Ciência. (2012). *Estatísticas da educação 2010/11*. Lisboa: DGEEC. Retirado de <http://www.gepe.min-edu.pt/np4/?newsId=672&fileName=EEF2011.pdf>

- Dixon, H., Hawe, E., & Parr, J. (2011). Enacting assessment for learning: The beliefs practice nexus. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 18(4), 365-379.
- Dochy, F., Segers, M., & Sluijsmans, D. (1999). The use of self-, peer- and co-assessment in higher education. *Studies in Higher Education*, 24(3), 331-351.
- Duarte, M. F., & Veiga Simão, A. M. (2007). Aprendizagem estratégica e trabalhos para casa. In A. M. Veiga Simão, A. Lopes da Silva & I. Sá (Org.), *Auto-regulação da aprendizagem: Das concepções às práticas* (pp. 131-168). Lisboa: Educa, Unidade de I & D de Ciências da Educação.
- Earl, L., & Katz, S. (2006) *Rethinking classroom assessment with purpose in mind: Assessment for learning, assessment as learning and assessment of learning*. Western Northern Canadian Protocol Assessment Document. Retirado de <http://www.wncp.ca/assessment/rethink.pdf>
- Ferguson, P. (2011). Student perceptions of quality feedback in teacher education. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 36(1), 51-62.
- Fernandes, D. (2005). *Avaliação das aprendizagens: Desafios às teorias, práticas e políticas*. Lisboa: Texto Editores.
- Fernandes, D. (2006a). Para uma teoria da avaliação formativa. *Revista Portuguesa de Educação*, 19(2), 21-50.
- Fernandes, D. (2006b). Vinte anos de avaliação das aprendizagens: Uma síntese interpretativa de artigos publicados em Portugal. *Revista Portuguesa de Pedagogia*, 40(3), 289-348.
- Ferraz, M. J., Carvalho, A., Dantas, C., Cavaco, H., Barboda, J., Tourais, L., & Neves, N. (1994). Avaliação normativa/avaliação criterial. In D. Fernandes (Coord.), *Pensar avaliação, melhorar a aprendizagem*. Lisboa: IIE
- Figari, G. (1996). *Avaliar: Que referencial?* (1.^a ed.). Porto: Porto Editora.
- Figueira, A. P. (2003). Metacognição e seus contornos. *Revista IberoAmericana de Educación*. Retirado de <http://www.rieoei.org/deloslectores/446Couceiro.pdf>
- Flavell, J. H. (1976). Metacognitive aspects of problem solving. In L. B. Resnick (Orgs.), *The nature of intelligence* (pp. 231-235). Hillsdale, N.Y.: Erlbaum.

- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906-911.
- Fontana, A., & Frey, J. (2000). The interview: From structured questions to negotiated text. In N. Denzin & Y. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research* (2nd ed., pp. 645-72). Thousand Oaks: Sage Publications.
- Galvão, C. (Coord.) (2001). *Ciências físicas e naturais. Orientações curriculares para o 3º ciclo do ensino básico*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento da Educação Básica.
- Galvão, C., Reis, P., Freire, S., & Faria, C. (2011). *Ensinar ciências, aprender ciências: O contributo do projeto internacional PARSEL para tornar a ciência mais relevante para os alunos*. Porto: Porto Editora.
- Georghiades, P. (2004a). From the general to the situated: three decades of metacognition. *International Journal of Science Education*, 26(3), 365-383.
- Georghiades, P. (2004b). Research report: making pupils' conceptions of electricity more durable by means of situated metacognition. *International Journal of Science Education*, 26(1), 85-99.
- Gerring, J. (2007). *Case study research: Principles and practices*. Cambridge: University press.
- Gibson, H., & Chase, C. (2002). Longitudinal impact of an inquiry-based science program on middle school students' attitudes toward science. *Science Education*, 86, 693-705.
- Gipps, C. (1999). Socio-cultural aspects of assessment. *Review of Research in Education*, 24, 355-392.
- Gipps, C., & Stobart, G. (2003). Alternative assessment. In T. Kellaghan & D. L. Stufflebeam (Eds.), *International handbook of educational evaluation* (pp. 549-576). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Glaser, C., & Brunstein, J. (2007). Improving fourth-grade students' composition skills: effects of strategy instruction on self-regulation procedures. *Journal of Educational Psychology*, 99(2), 297-310.
- Goldstein, L. (2004). Questions and answers about teacher written commentary and student revision: Teachers and students working together. *Journal of Second Language Writing*, 13, 63-80.

- Gomes, A. (2005). *Auto-avaliação das aprendizagens dos alunos e investimento na apropriação de critérios* (Tese de Mestrado, Universidade de Lisboa).
- Gomes, A. (2008). Auto-avaliação das aprendizagens dos alunos e investimento na apropriação dos critérios de avaliação. In L. Menezes, L. Santos, H. Gomes & C. Rodrigues (Org.), *Avaliação em Matemática: Problemas e desafios* (pp. 101-116). Viseu: Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação.
- Gomes, A. Borges, A., & Justi, R. (2008). Students' performance in investigative activity and their understanding of activity aims. *International Journal of Science Education*, 30(1), 109-135.
- Graham, P. (2005). Classroom-based assessment: changing knowledge and practice through pre-service teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 21, 607-621.
- Green, R., & Bowser, M. (2006). Observations from the field: Sharing a literature review rubric. *Journal of Library Administration*, 45(1-2), 185-202.
- Griffin, M. (2002). What is a rubric? *Assessment Update*, 21(6), 4-13.
- Guba, E., & Lincoln, I. (1985). *Effective evaluation*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Guba, E., & Lincoln, I. (1989). *Fourth generation of evaluation*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Guerreiro, H., & Sá, I. (2007). Os efeitos da transição para o 10.º ano na motivação para a aprendizagem. In A. M. Veiga Simão, A. Lopes da Silva & I. Sá (Org.), *Auto-regulação da aprendizagem: Das concepções às práticas* (pp. 225-241). Lisboa: Educa, Unidade de I & D de Ciências da Educação.
- Gynnild, V., Holstad, A., & Myrhaug, D. (2008). Identifying and promoting self-regulated learning in higher education: Roles and responsibilities of student tutors. *Mentoring & Tutoring: Partnership in Learning*, 16(2), 147-161.
- Hacker, D. (1998). Definitions and empirical foundations. In D. Hacker, J. Dunlosky & A. C. Graesser (Eds.), *Metacognition in educational theory and practice* (pp. 1-23). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Hacker, D. J., Dunlosky, J., & Graesser, A. C. (Eds.) (1998). *Metacognition in educational theory and practice* (1.^a ed.). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

- Hackling, M. W. (2005). *Working scientifically: Implementing and assessing open investigation work in science* (Rev. ed.). Perth: Department of Education and Training. Retirado de <http://www.eddept.wa.edu.au/science/Teach/workingscientificallyrevised.pdf>
- Hadji, C. (1994). *A avaliação, regras do jogo: Das intenções aos instrumentos*. Porto: Porto Editora. (Trabalho original publicado em 1989).
- Hafner, J., & Hafner, P. (2003). Quantitative analysis of the rubric as an assessment tool: An empirical study of student peer-group rating. *International Journal of Science Education*, 25(12), 1509–1528.
- Hallaun, I., & Hestenes, D. (1985). Common sense concepts about motion. *American Journal of Physics*, 53(11), 1056-1065.
- Hammersley, M. (2007). The issue of quality in qualitative research. *International Journal of Research & Method in Education*, 30(3), 287-305.
- Handley, K., & Williams, L. (2009). From copying to learning: Using exemplars to engage students with assessment criteria and feedback. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 34(4), 469-474.
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81-112.
- Haydn, T. (2005). Assessment for learning. In S. Capel, M. Leask & T. Turner (Eds.), *Learning to teach in the secondary school: A companion to school experience* (4th ed., pp. 301-324). New York: Routledge.
- Hayward, L., & Spencer, E. (2010). The complexities of change: formative assessment in Scotland. *Curriculum Journal*, 21(2), 161-177.
- Hendry, G., Armstrong, S., & Bromberger, N. (2012). Implementing standards-based assessment effectively: incorporating discussion of exemplars into classroom teaching. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 37(2), 149-161.
- Hendry, G., Bromberger, N., & Armstrong, S. (2011). Constructive guidance and feedback for learning: The usefulness of exemplars, marking sheets and different types of feedback in a first year law subject. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 36(1), 1-11.
- Hesse-Biber, S., & Leavy, P. (2006). *The practice of qualitative research*. Thousand Oaks: Sage Publications.

- Hithcock, G., & Huges, D. (1995). *Research and the teacher* (2nd ed.). London: Routledge.
- Hodson, D. (1992). In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education. *International Journal of Science Education*, 4(5), 541-562.
- Hodson, D. (1998). *Teaching and learning science*. Buckingham: Open University Press.
- Hodson, D. (2006). Why we should prioritize learning about science. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 6(3), 293-311.
- Hofstein, A. (2004). The laboratory in chemistry education: Thirty years of experience with developments, implementation, and research. *Chemistry Education: Research and Practice*, 5(3), 247-264.
- Hofstein, A., & Lunetta, V. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28-54.
- Hofstein A., Navon O., Kipnis M., & Mamlok-Naaman R. (2005). Developing students' ability to ask more and better questions resulting from inquiry-type chemistry laboratories. *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 791-806.
- Hofstein, A., Shore, R., & Kipnis, M. (2004). Providing high school chemistry students with opportunities to develop learning skills in an inquiry-type laboratory: A case study. *International Journal of Science Education*, 26(1), 47-62.
- Hume, A., & Coll, R. (2008). Student experiences of carrying out a practical science investigation under direction. *International Journal of Science Education*, 30(9), 1201-1228.
- Johnson, B., & Christensen, L. (2004). *Educational research : Quantitative, qualitative, and mixed approaches* (2nd ed.). Boston: Pearson/Allyn and Bacon.
- Jones, C. A. (2005). *Assessment for learning*. London: Learning and Skills Development Agency. Retirado de <http://www.itslifejimbutnotasweknowit.org.uk/files/AssessmentforLearning.pdf>
- Keys, C. (1999). Revitalizing instruction in science genres: Connecting knowledge production with writing to learn in science. *Science Education*, 83, 115-130.
- Kipnis, M., & Hofstein, A. (2008). The inquiry laboratory as a source for development of metacognitive skills. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6, 601-627.

- Kirby, N., & Downs, C. (2007). Self-assessment and the disadvantaged student: Potential for encouraging self-regulated learning? *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 32(4), 475-494.
- Kitsantas, A., & Zimmerman, A. (2006). Enhancing self-regulation of practice: The influence of graphing and self-evaluative standards. *Metacognition Learning*, 1, 201-212.
- Kocakulah, M. (2010). Development and application of a rubric for evaluating students' performance on Newton's laws of motion. *Journal of Science Education and Technology*, 19, 146-164.
- Kolstoe, S. (2000). Consensus projects: Teaching science for citizenship. *International Journal of Science Education*, 22, 645-664.
- Kuhn, D., Black, J., Keselman, A., & Kaplan, D. (2000). The development of cognitive skills to support inquiry learning. *Cognition and Instruction*, 18(4), 495-523.
- Kuhn, D., & Dean Jr, D. (2004). Metacognition: a bridge between cognitive psychology and educational practice. *Theory Into Practice*, 43(4), 268-273.
- Lafortune, L., & Saint-Pierre, L. (1996). *Affectivité et métacognition dans la classe* (1.^a ed.). Paris: Les Éditions Logiques.
- Lankshear, C., & Knobel, M. (2008). *Pesquisa pedagógica: Do projecto à implementação*. Porto Alegre: Artmed.
- Laveault, D. (1999). Autoévaluation et régulation des apprentissages. In C. Depover & B. Noël (Eds.), *L'évaluation des compétences et des processus cognitifs: modèles, pratiques et contextes* (pp. 57-98). Paris: De Boeck Université.
- Leal, L. (1992). *Avaliação da aprendizagem num contexto de inovação curricular* (Tese de mestrado, Universidade de Lisboa).
- Lei nº 46/86, de 14 de outubro (Lei de Bases do Sistema Educativo Português). D.R. I Série.
- Leite, L. (2000). O trabalho laboratorial e a avaliação das aprendizagens dos alunos. In M. Sequeira, et al. (Org.), *Trabalho prático e experimental na educação em ciências* (pp. 91 – 108). Braga: Universidade do Minho.
- Leite, L. (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. In Ministério da Educação (Eds.), *Cadernos didáticos de ciências*, 1 (pp. 79-97). Lisboa: Ministério da Educação (DES).

- Leite, L. (2005). Evaluating students' learning from laboratory investigations. In *Proceedings of the 12th ISATT international conference* (CD-ROM). New South Wales: International Study Association on Teachers and Teaching.
- Lessard-Hébert, M., Goyette, G., & Boutin, G. (1994). *Investigação qualitativa : Fundamentos e práticas*. Lisboa: Instituto Piaget. (Trabalho original publicado em 1990).
- Ley, K., & Young, D. B. (2001). Instructional principles for self-regulations. *Educational Technology, Research and Development*, 49, 93-104.
- Lichtman, M. (2006). *Qualitative research in education: A user's guide*. Thousand Oaks: Sage Publications.
- Lin, H., Hong, Z., Chen, C., & Chou, C. (2011). The effect of integrating aesthetic understanding in reflective inquiry activities. *International Journal of Science Education*, 33(9), 1199-1217.
- Loizidou, A., & Koutselini, M. (2007). Metacognitive monitoring: An obstacle and a key to effective teaching and learning. *Teachers and Teaching*, 13(5), 499-519.
- Lopes da Silva, A. (2004). A auto-regulação na aprendizagem: A demarcação de um campo de estudo e de intervenção. In A. Lopes da Silva, A. Duarte, I. Sá & A. M. Veiga Simão (Ed.), *Aprendizagem auto-regulada pelo estudante: Perspectivas psicológicas e educacionais*. (pp. 17-39). Porto: Porto Editora.
- Lopes da Silva, A., & Sá, I. (2003). Auto-regulação e aprendizagem. *Investigar em Educação*, 2, 71-92.
- Lüdke, M., & André, M. (1986). *Pesquisa em educação: Abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU.
- MacLellen, E. (2001). Assessment for learning: The different perceptions of tutors and students. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 26(4), 307-318.
- Mamluk-Naaman, R., & Hofstein, A. (2007). Involving science teachers in the development and implementation of assessment tools for "Science for all" type curricula. *Journal of Science Teacher Education*, 18, 497-524.
- Mansilla, V., Duraisingh, E., Wolfe, C., & Haynes, C. (2009). Targeted assessment rubric: An empirically grounded rubric for interdisciplinary writing. *The Journal of Higher Education*, 80(3), 334-353.

- Marshall, B., & Drummond, M. (2006). How teachers engage with assessment for learning: Lessons from the classroom. *Research Papers in Education*, 21(2), 133-149.
- Martinez, M. (2006). What is metacognition? *Phy Delta Kappan*, 87(9), 696-699.
- Martins, I., & Caldeira, H. (Coord.) (2001). *Programa de Física e Química A, 10.º Ano*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário.
- Mathan, S., & Koedinger, K. (2005). Fostering the intelligent novice: Learning from errors with metacognitive tutoring. *Educational Psychologist*, 40(4), 257-265.
- McDonald, B., & Bound, D. (2003). The impact of self-assessment on achievement: The effects of self-assessment training on performance in external examinations. *Assessment in Education*, 10(2), 209-220.
- Méndez, J. M. A. (2002). *Avaliar para conhecer, examinar para excluir*. Porto: Edições Asa. (Trabalho original publicado em 2001).
- Menino, H. (2004). *O relatório escrito, o teste em duas fases e o portefólio como instrumento de avaliação das aprendizagens em Matemática – um estudo no 2º ciclo do ensino básico* (Tese de Mestrado, Universidade de Lisboa).
- Menino, H., & Santos, L. (2004). Instrumentos de avaliação das aprendizagens em Matemática. O uso do relatório escrito, do teste em duas fases e do portefólio no 2º ciclo do ensino básico. *Actas do XV Seminário de Investigação em Educação Matemática* (pp. 271-291). Lisboa: APM.
- Merriam, S. B. (1988). *Case study research in education: A qualitative approach* (1st ed.). S. Francisco: Jossey Bass.
- Miguéns, M. (1999). *O trabalho prático e o ensino das investigações na educação básica*. Lisboa: Conselho Nacional de Educação.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Montalvo, F., & Torres, M. C. (2004). Self-regulated learning: current and future directions. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 2(1), 1-34.
- Retirado de http://www.investigacion-psicopedagogica.org/revista/articulos/3/english/Art_3_27.pdf

- Morais, M. M., & Valente, M. O. (1991). Pensar sobre o pensar: Ensino de estratégias metacognitivas para recuperação de alunos com dificuldades na compreensão da leitura na disciplina de língua portuguesa. *Revista de Educação*, 2(1), 35-56.
- Morais, R., Ramos, M., & Galiazzi, M. C. (2004). A epistemologia do aprender no educar pela pesquisa em ciências: Alguns pressupostos teóricos. In R. Moraes & R. Mancuso (Org.), *Educação em ciências: Produção de currículos e formação de professores* (1.^a ed.). Ijuí: Editora UNIJUÍ.
- Morgan, C. (2003). Criteria for authentic assessment of mathematics: Understanding success, failure and inequality. *Quadrante*, 12(1), 37-51.
- Morgan, C. (2008). Avaliação formativa: apoio ou regulação dos alunos e dos professores? In L. Menezes, L. Santos, H. Gomes & C. Rodrigues (Org.), *Avaliação em Matemática: Problemas e desafios* (pp. 51-59). Viseu: Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação.
- National Council of Teachers of Mathematics (1995). *Assessment standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- National Research Council (1996). *National science education standards*. Washington DC: National Academy Press.
- National Research Council (2000). *Inquiry and the national science education standards. A guide for teaching and learning*. Washington DC: National Academy Press.
- Nicol, D. J., & Macfarlane-Dick, D. (2006). Formative assessment and self-regulated learning: A model and seven principles of good feedback practice. *Studies in Higher Education*, 31(2), 199-218.
- Norton, L. (2004). Using assessment criteria as learning criteria: A case study in psychology. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 29(6), 687-702.
- Nunes, C. (2004). *A avaliação como regulação do processo de ensino-aprendizagem na Matemática: Um estudo com alunos do 3.º ciclo do ensino básico* (Tese de Mestrado, Universidade de Lisboa).
- Nunziati, G. (1990). Pour construire un dispositif d'évaluation formatrice. *Cahiers Pédagogiques*, 280, 47-466.

- O'Donovan, B., Price, M., & Rust, C. (2001). The student experience of criterion-referenced assessment (through the introduction of a common criteria assessment grid). *Innovations in Education and Teaching International*, 38(1), 74-85.
- Oliveira, H., Ponte, J. P., Santos, L., & Brunheira, L. (1999). Os professores e as actividades de investigação. In P. Abrantes, J. P. Ponte, H. Fonseca & L. Brunheira (Eds.), *Investigações matemáticas na aula e no currículo*. Lisboa: Projecto MPT e APM.
- Oliveira, I., & Serrazina, L. (2002). A reflexão e o professor investigador. In GTI (Org.), *Reflectir e investigar sobre a prática profissional* (pp. 29-42). Lisboa: APM.
- Orsmond, P., Merry, S., & Reiling, K. (2002). The use of exemplars and formative feedback when using student derived marking criteria in peer and self-assessment. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 27(4), 309-323.
- Pacheco, J. (1998). A avaliação da aprendizagem. In L. Almeida & J. Tavares (Org.), *Conhecer, aprender e avaliar* (pp. 111-132). Porto: Porto Editora.
- Pacheco, J. (2002). Critérios de avaliação na escola. In P. Abrantes & F. Araújo (Orgs.), *Avaliação das aprendizagens: Das concepções às práticas* (pp. 55-64). Lisboa: Ministério da Educação, Departamento de Educação Básica.
- Papaleoutiou-Louca, E. (2003). The concept and instruction of metacognition. *Teacher Development*, 7(1), 9-30.
- Paris, S. G., Lipson, M. Y., & Wixson, K. K. (1983). Becoming a strategic reader. *Contemporary Educational Psychology*, 8, 293-316.
- Paris, S., & Paris, A. (2001). Classroom applications of research on self-regulated learning. *Educational Psychologist*, 36(2), 89-101.
- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods*. Newbury Park, CA: Sage Publications.
- Perrenoud, Ph. (1999). *Avaliação: da Excelência à Regulação das Aprendizagens. Entre Duas Lógicas*. Porto Alegre: Artmed. (Trabalho original publicado em 1998).
- Perrenoud, Ph. (2001). *Porquê construir competências a partir da escola? Desenvolvimento da autonomia e luta contra as desigualdades*. Porto: Asa Editores.

- Petkov, D., & Petkova, O. (2006). Development of scoring rubrics for IS projects as an assessment tool. *Issues in Informing Science and Information Technology*, 3, 499–510.
- Pinto, J., & Santos, L. (2006). *Modelos de avaliação das aprendizagens*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Ponte, J. P. (2002). Investigar a nossa própria prática. In GTI (Eds.), *Refletir e investigar sobre a prática profissional* (pp.5-28). Lisboa: APM.
- Ponte, J. P. (2003). Investigar, ensinar e aprender. *Actas do ProfMat 2003* (CD-ROM, pp. 25-39). Lisboa: APM.
- Ponte, J. P. (2004). Pesquisar para compreender e transformar a nossa própria prática. *Educar em Revista*, 24, 37-66.
- Ponte, J. P. (2006). Estudos de caso em educação matemática. *Bolema*, 25, 105-132.
- Portaria nº 550-D/2004, de 21 de maio. D.R. I Série B.
- Praia, J., Gil-Pérez, D., & Vilches, A. (2007). O papel da natureza da ciências na educação para a cidadania. *Ciência & Educação*, 13(2), 141-156.
- Prain, V. (2006). Learning from writing in secondary science: some theoretical and practical implications. *International Journal of Science Education*, 28(2-3), 179-201.
- Price, M., Handley, K., Millar, J., & den Outer, B. (2007). *Engaging students with assessment feedback. Report on case studies conducted for the FDTL5 project*. Oxford: Oxford Brookes University. Retirado de <https://mw.brookes.ac.uk/display/eswaf/Case+Studies>
- Price, M., Handley, K., Millar, J., & O'Donovan, B. (2010). Feedback : all that effort, but what is the effect? *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 35(3), 277-289.
- Puustinen, M. (1998). Help-seeking behavior in a problem-solving situation: Development of self-regulation. *European Journal of Psychology of Education*, XIII(2), 271-282.
- Puustinen, M., & Pulkkinen, L. (2001). Models of self-regulated learning: a review. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 45(3), 269-286.

- Reddy, Y., & Andrade, H. (2010). A review of rubric use in higher education. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 35(4), 435-448.
- Reis, P. (2006). Ciência e educação: que relação? *Interacções*, 3, 160-187.
- Rendeiro, A. I., & Duarte, A. (2007). Concepções de aprendizagem face à avaliação em estudantes do ensino secundário. In A. M. Veiga Simão, A. Lopes da Silva & I. Sá (Org.), *Auto-regulação da aprendizagem: Das concepções às práticas* (pp. 63-92). Lisboa: Educa, Unidade de I & D de Ciências da Educação.
- Richardson, L. (2000). Writing: a method of inquiry. In N. Denzin & Y. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research* (2nd ed., pp. 923-48). Thousand Oaks: Sage Publications.
- Rogers, M., & Abell, S. (2008). The design, enactment, and experience of inquiry-based instruction in undergraduate science education: A case study. *Science Education*, 92, 591-607.
- Roldão, M. C. (2003). *Gestão do currículo e avaliação de competências. As questões dos professores*. Lisboa: Editorial Presença.
- Roper, T., & MacNamara, A. (1993). Teacher assessment of mathematics attainment target 1 (MA1). *British Journal of Curriculum and Assessment*, 4(1), 16-19.
- Rosário, P. (2001). Diferenças processuais na aprendizagem: Avaliação alternativa das estratégias de auto-regulação da aprendizagem. *Psicologia Educação e Cultura*, 1(1), 87-102.
- Rosário, P., Mourão, R., Salgado, A., Rodrigues, A., Silva, C., Marques, C., Amorim, L., Machado, S., Núñez, J. C., González-Pienda, J., & Pina, F. (2006). Trabalhar e estudar sob a lente dos processos e estratégias de auto-regulação da aprendizagem. *Psicologia Educação e Cultura*, 1(1), 77-88.
- Rust, C., Price, M., & O'Donovan, B. (2003). Improving students' learning by developing their understanding of assessment criteria and process. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 28(2), 147-164.
- Sá, I. (2004). Os componentes motivacionais da aprendizagem auto-regulada: A autodeterminação e a orientação para objectivos. In A. Lopes da Silva, A. Duarte, I. Sá & A. M. Veiga Simão (Ed.), *Aprendizagem auto-regulada pelo estudante: Perspectivas psicológicas e educacionais* (pp. 55-75). Porto: Porto Editora.

- Sá, I. (2007). A auto-regulação da aprendizagem: O papel da auto-eficácia nas transições escolares. *Psychologica*, 44, 63-76.
- Sadler, D. R. (1989). Formative assessment and the design of instructional systems. *Instructional Science*, 18, 119-144.
- Sadler, D. R. (2009). Indeterminacy in the use of preset criteria for assessment and grading. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 34(2), 159-179.
- Samarapungavan, A., Mantzicopoulos, P., & Patrick, H. (2008). Learning science through inquiry in kindergarten. *Science Education*, 92, 868-908.
- Santos, L. (2002). Auto-avaliação regulada: porquê, o quê e como? In P. Abrantes & F. Araújo (Orgs.), *Avaliação das aprendizagens: Das concepções às práticas* (pp. 75-84). Lisboa: Ministério da Educação, Departamento de Educação Básica.
- Santos, L. (2003). Avaliar competências: uma tarefa impossível? *Educação e Matemática*, 74, 16-21.
- Santos, L. (2008). Dilemas e desafios da avaliação reguladora. In L. Menezes, L. Santos, H. Gomes & C. Rodrigues (Org.), *Avaliação em Matemática: Problemas e desafios* (pp. 11-35). Viseu: Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação.
- Santos, L., & Dias, S. (2006). Como entendem os alunos o que lhes dizem os professores? A complexidade do feedback. *ProfMat 2006* (CD-ROM). Lisboa: APM.
- Santos, L., & Pinto, J. (2003). O que pensam os alunos sobre avaliação? *Educação e Matemática*, 74.
- Santos, L., & Pinto, J. (2009). Lights and shadows on feedback in mathematics learning. In M. Tzekaki, M. Kaldrimidou & C. Sakonidis (Eds.). *Proceedings of the 33rd conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (vol. 1, pp. 49-59). Thessaloniki, Greece: PME.
- Santos, L., & Pinto, J. (2011). Is assessment for learning possible in early school years? *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 12, 283-289.
- Santos, L., Pinto, J., Rio, F., Pinto, F., Varandas, J., Moreirinha, O., Dias, P., Dias, S., & Bondoso, T. (2010). *Avaliar para aprender. Relatos de experiências de sala de aula do pré-escolar ao ensino secundário*. Porto: Porto Editora e Instituto de Educação, Universidade de Lisboa.

- Santos, M. C. (2002). *Trabalho experimental no ensino das ciências* (1.^a ed.). Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- Schraw, G., Crippen, K., & Hartley, K. (2006). Promoting self-regulation in science education: Metacognition as part of a broader perspective on learning. *Research in Science Education* 36, 111-139.
- Schunk, D. (1990). Goal setting and self-efficacy during self-regulated learning. *Educational Psychologist*, 25(1), 71-86.
- Schwab, J. J. (1962). The teaching of science as enquiry. In J. J. Schwab & P. F. Brandwein (Eds.), *The teaching of science* (pp. 1-103). Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Segers, M., & Dochy, F. (2006). Enhancing student learning through assessment: Alignment between levels of assessment and different effects on learning. *Studies in Educational Evaluation*, 32, 171-179.
- Semana, S. (2008). *O relatório escrito enquanto instrumento de avaliação reguladora das aprendizagens dos alunos do 8.º ano de escolaridade em Matemática* (Tese de Mestrado, Universidade de Lisboa).
- Semana, S., & Santos, L. (2010). Self-assessment in written reports. *PME 34, International Group for the Psychology of Mathematics Education* (vol. 4, pp. 169-176). Belo Horizonte, Brasil.
- Semana, S., & Santos, L. (trabalho aceite em 11 de dezembro de 2012). Towards the students' appropriation of the assessment criteria. *ICME-12*, Seoul, Coreia do Sul.
- Shepard, L. (2000). The role of assessment in learning culture. *Educational Researcher*, 29(7), 3-14.
- Shepard, L. (2001). The role of classroom assessment in teaching and learning. In V. Richardson (Ed.), *Handbook of research on teaching* (pp. 1066-1101). Washington, DC: American Educational Research Association.
- Silverman, D. (2001). *Interpreting qualitative data: Methods for analyzing talk, text and interaction*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

- Smith, J., & Deemer, D. (2000). The problem of criteria in the age of relativism. In N. Denzin & Y. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research* (2nd ed., pp. 877-922). Thousand Oaks: Sage Publications.
- Smith, K. (2011). Professional development of teachers – a prerequisite for AfL to be successfully implemented in the classroom. *Studies in Educational Evaluation*, 37, 55-61.
- Smithenry, D. (2010). Integrating guided inquiry into a traditional chemistry curricular framework. *International Journal of Science Education*, 32(13), 1689-1714.
- So, W., & Lee, T. (2011). Influence of teachers' perceptions of teaching and learning on the implementation of assessment for learning in inquiry study. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 18(4), 417-432.
- Stake, T. (2000). Case studies. In N. Denzin & Y. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research* (2nd ed., pp. 435-454). Thousand Oaks: Sage Publications.
- Stiggins, R. (2002). Assessment crisis: The absence of assessment for learning. *Phi Delta Kappan* 83(10), 758-765. Retirado de www.pdkintl.org/kappan/k0206sti.htm
- Stracke, E., & Kumar, V. (2010). Feedback and self-regulated learning: Insights from supervisors' and PhD examiners' reports. *Reflective Practice*, 11(1), 19-32.
- Strauss, A., & Corbin, J. (1998). *Basic of qualitative research. Techniques and procedures for developing grounded theory*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Suffolk County Council. (2001). *How am I doing? Assessment and feedback to learners*. Ipswich: Suffolk Advisory Service. Retirado de <http://216.239.59.104/search?q=cache:ODmOIbrKg7MJ:www.slamnet.org.uk/assessment/edp35.PDF+%22How+am+I+doing%3F+Assessment+and+Feedback+to+Learners%22&hl=pt-PT>
- Sungur, S. (2007). Modeling the relationships among students' motivational beliefs, metacognitive strategy use, and effort regulation. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 51(3), 315-326.
- Swaffield, S. (2011). Getting to the heart of authentic assessment for learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 18(4), 433-449.

- Taras, M. (2001). The use of tutor feedback and student self-assessment in summative assessment tasks: Towards transparency for students and for tutors. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 26(6), 605-614.
- Taras, M. (2002). Using assessing for learning and learning from assessment. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 27(6), 501-510.
- Taras, M. (2003). To feedback or not to feedback in student self-assessment. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 28(5), 549-565.
- Torrance, H. (2007). Assessment as learning? How the use of explicit learning objectives, assessment criteria and feedback in post-secondary education and training can come to dominate learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 14(3), 281-294.
- Tuan, H., Chin, C., Tsai, C., & Cheng, S. (2005). Investigation the effectiveness of inquiry instruction on the motivation of different learning styles students. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 3, 541-566.
- Tunstall, P., & Gipps, C. (1996). Teacher feedback to young children in formative assessment: A typology. *British Educational Research Journal*, 22(4), 389-404.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (1983). *Science for all*. Bangkok: UNESCO.
- Valente, M.O., Salema, M. A., Morais, M.M., & Cruz, M. N. (1989). A metacognição. *Revista de Educação*, 1(3), 47-51.
- Varandas, J. (2000). *Avaliação de investigações matemáticas. Uma experiência* (Tese de Mestrado, Universidade de Lisboa). Lisboa: APM.
- Veenman, M., van Hout-Wolters, B., & Afflerbach, P. (2006). Metacognition and learning: conceptual and methodological considerations. *Metacognition and Learning*, 1, 3-14.
- Veiga Simão, A. M. (2004). O conhecimento estratégico e a auto-regulação da aprendizagem: implicações em contexto escolar. In A. Lopes da Silva, A. Duarte, I. Sá & A. M. Veiga Simão (Ed.), *Aprendizagem auto-regulada pelo estudante: Perspectivas psicológicas e educacionais* (pp. 77-94). Porto: Porto Editora.
- Venville, G., & Dawson, V. (2004). *The art of teaching science* (1.^a ed.). Crows Nest /Australia: Allen & Unwin.
- Veslin, J., & Veslin, O. (1992). *Corrigir des copies*. Hachette: Paris.

- Vial, M. (2012). *Se repérer dans les modèles de l'évaluation*. Bruxelles: De Boeck.
- Volante, L., Drake, S., & Beckett, D. (2010). Formative assessment: Bridging the research practice divide. *Education Canada*, 50(3), 44 – 47.
- Wang, J., Wang, Y., Tai, H., & Chen, W. (2010). Investigating the effectiveness of inquiry-based instruction on students with different prior knowledge and reading abilities. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8, 801-820.
- Weaver, M. (2006). Do students value feedback? Student perceptions of tutors' written responses. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 31(3), 379-394.
- Webb, M., & Jones, J. (2009). Exploring tensions in developing assessment for learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 16(2), 165-184.
- Wellington, J., & Ireson, G. (2008). *Science learning, science teaching*. Oxon: Routledge.
- Wellington, J., & Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education*. Philadelphia: Open University Press.
- Wharton, S. (2003). Defining appropriate criteria for the assessment of master's level TESOL assignments. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 28(6), 649-664.
- Wiggins, G. P. (1993). *Assessing student performance: Exploring the purpose and limits of testing*. S. Francisco: Jossey Bass.
- Wiliam, D. (1999). Formative assessment in Mathematics: Part 2: Feedback. *Equals*, 5(3), 8-11.
- Wiliam, D. (2011). What is assessment for learning? *Studies in Educational Evaluation*, 37, 3-14.
- Willis, J. (2011). Affiliation, autonomy and assessment for learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 18(4), 399-415.
- Woolf, H. (2004) Assessment criteria: Reflections on current practices. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 29(4), 479-493.
- Woolnough, B. (2000). Appropriate practical work for school science – Making it practical and making it science. In J. Minstrell & E. van Zele (Eds.), *Inquiring into*

- inquiry learning in teaching in science* (pp. 434-446). Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.
- Wu, H., & Hsieh, C. (2006). Developing sixth graders' inquiry skills to construct explanations in inquiry-based learning environments. *International Journal of Science Education*, 28(11), 1289-1313.
- Yin, R. (2002). *Case study research: Design and methods* (3th ed.). Newbury Park: Sage Publications.
- Yogev, S., & Yogev, A. (2006). Teacher educators as researchers: A profile of research in Israeli teacher colleges versus university departments of education. *Teaching and Teacher Education*, 22, 32-41.
- Yore, L., Bisanz, G., & Hand, B. (2003). Examining the literacy component of science literacy: 25 years of language arts and science research. *International Journal of Science Education*, 25(6), 689-725.
- Zeichner, K., & Noffke, S. (2001). Practitioner research. In V. Richardson (Ed.), *Handbook of research on teaching* (4th ed., pp. 298-330). Washington DC: American Educational Research Association.
- Zimmerman, B. J. (1990). Self-regulated learning and academic achievement: an overview. *Educational Psychologist*, 25(1), 3-17.
- Zimmerman, B. J. (1998). Academic studying and the development of personal skill: A self-regulatory perspective. *Educational Psychologist*, 33(2), 73-86.
- Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory Into Practice*, 41(2), 64-70.
- Zimmerman, B. J., & Martinez-Pons, M. (1986). Development of structured interview for assessing student use of self-regulated learning strategies. *American Educational Research Journal*, 73, 614-628.
- Zimmermann, B.J., & Schunk, D.H. (2001). Reflections on theories of self-regulated learning and academic achievement. In B.J. Zimmermann & D.H. Schunk (Eds.), *Self-regulated learning and academic achievements: Theoretical perspectives* (2nd ed., pp. 289-307). Mahwah, NJ/London: Lawrence Erlbaum.

Zohar, A., & David, A. (2008). Explicit teaching of meta-strategic knowledge in authentic classroom situation. *Metacognition Learning*, 3, 59-82.

Anexos

Anexo 1 – Pedido de autorização ao conselho executivo/direção da escola

Exmo. Presidente do Conselho Executivo,

No presente ano lectivo estou a desenvolver, no âmbito da minha tese de Doutoramento em Didáctica das Ciências da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, um estudo que tem em vista a compreensão da forma como a avaliação das aprendizagens dos alunos pode desenvolver a sua capacidade de auto-avaliação e, neste sentido, melhorar a sua aprendizagem. Para a realização deste trabalho será necessário proceder à gravação áudio de algumas das aulas de Física e Química das turmas X e Y do 10.º ano. Estas gravações serão feitas tendo o cuidado de não interferir com a dinâmica usual das aulas e destinam-se exclusivamente ao trabalho acima referido, estando protegida a privacidade e o anonimato dos alunos.

Para o efeito, solicito autorização para proceder às gravações áudio das aulas e de entrevistas a alguns alunos (realizadas fora das aulas em horário a combinar com os mesmos).

Subscrevo-me com os melhores cumprimentos,

Inês Duarte Bruno

15 de Setembro de 2008

Anexo 2 – Pedido de autorização de gravações aos encarregados de educação

Exmo. Sr.

Encarregado de Educação

No presente ano lectivo, estou a desenvolver, no âmbito da minha tese de Doutoramento em Didáctica das Ciências da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, um estudo que tem em vista a compreensão da forma como a avaliação das aprendizagens dos alunos pode desenvolver a sua capacidade de auto-avaliação e, neste sentido, melhorar a sua aprendizagem. Para a realização deste trabalho será necessário proceder à gravação áudio de algumas das aulas de Física e Química da turma X do 10º ano. Estas gravações destinam-se exclusivamente ao trabalho acima referido, estando protegida a privacidade e o anonimato do seu educando.

As gravações serão feitas tendo o cuidado de não interferir com a dinâmica usual das aulas e têm o acordo da Presidente do Conselho Executivo da Escola.

Para o efeito, solicita-se a sua autorização para proceder às gravações áudio das aulas, manifestando inteira disponibilidade para prestar qualquer clarificação que considere necessária.

Obrigada pela atenção,

Inês Duarte Bruno

(Professora de Física e Química do 10º X)



Autorização

Autorizo que, no âmbito da dissertação acima referida, sejam gravadas aulas de Física e Química da turma X do décimo ano, a que o meu educando pertence.

O Encarregado de Educação do aluno
..... nº do 10.º X.

(Assinatura do Encarregado de Educação)

Anexo 3 - Pedido de autorização de entrevistas aos encarregados de educação

Exmo. Sr.

Encarregado de Educação

No presente ano lectivo, estou a desenvolver, no âmbito da minha tese de Doutoramento em Didáctica das Ciências da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, um estudo que tem em vista a compreensão da forma como a avaliação das aprendizagens dos alunos pode desenvolver a sua capacidade de auto-avaliação e, neste sentido, melhorar a sua aprendizagem. Para a realização deste trabalho será necessário realizar, ao longo do ano, seis entrevistas (com gravação áudio) com a duração de cerca de trinta minutos, em horário a combinar com os alunos. Estas gravações destinam-se exclusivamente ao trabalho acima referido, estando protegida a privacidade e o anonimato do seu educando.

A realização destas entrevistas tem o acordo da Presidente do Conselho Executivo da Escola.

Para o efeito, solicita-se a sua autorização para que o seu educando(a) seja entrevistado (com gravações áudio) por mim, professora de Física e Química, manifestando inteira disponibilidade para prestar qualquer clarificação que considere necessária.

Obrigada pela atenção,

Inês Duarte Bruno
(Professora de Física e Química do 10º X)



Autorização

Autorizo que, no âmbito da dissertação acima referida, que a minha educanda seja entrevistada pela professora de Física e Química.

O Encarregado de Educação do aluno
..... nº do 10.º X.

(Assinatura do Encarregado de Educação)

Anexo 4 – 1.ª Tarefa: À procura das propriedades da areia

Escola _____

Física e Química A

À procura das propriedades da areia

10.º Ano de escolaridade

Ano Lectivo 2008/2009

Quando se constrói uma casa geralmente pedem-se vários orçamentos. No entanto, nem sempre é fácil compará-los. No estaleiro Lourenços Lda. vendem a areia amarela e a areia do rio a 14 € o m³. No estaleiro Perpétuo e filhos Lda. vendem cada tonelada destas areias a 10,5 €.



1. Afinal, em qual destes estaleiros comprarias as areias para a construção da tua casa?
2. O quartzo faz parte da constituição das areias, porém a sua percentagem varia – depende do local de extracção. Nos depósitos Cenozóicos do Planalto Mirandês (Trás-os-Montes) observam-se níveis arenosos com cerca de 100% de quartzo. Será que alguma destas areias é proveniente deste local? Justifica. No caso de teres dado uma resposta negativa, que inferências podes fazer relativamente à constituição das areias que foram fornecidas?

Anexo 5 – 2.ª Tarefa: Lei de Avogadro

Escola _____

Física e Química A

Lei de Avogadro

10.º Ano de escolaridade

Ano Lectivo 2008/2009

Na aula de hoje irão explorar uma simulação para estudar a Lei de Avogadro. Esta e a próxima aula proporcionar-vos-ão também momentos de reflexão sobre a produção de conhecimento científico.

Acedam ao site:

<http://www.chm.davidson.edu/ChemistryApplets/GasLaws/AvogadrosLaw.html>

O aparato experimental representado na simulação consiste num balão de vidro ao qual será retirado todo o ar e depois será cheio com um gás.

O balão está ligado a um tanque com um gás (que pode ser hélio, azoto, oxigénio, néon, cloro ou árgon), a uma bomba de vácuo e a um manómetro. Se estiver a ser introduzido gás no balão, a válvula da bomba de vácuo está fechada e a válvula do tanque de gás é aberta para permitir a entrada de gás no sistema. O gás poderá ser adicionado até se atingir a pressão desejada e poderá ser removido do balão fechando a válvula do tanque de gás e abrindo a válvula da bomba de vácuo. É possível evacuar completamente o balão usando a bomba de vácuo.

Quando um novo gás é seleccionado, é removido todo o gás do balão. É dada uma cor a cada gás para ilustrar a sua presença no balão, mas na realidade, todos os gases usados nesta simulação são incolores excepto o cloro que tem uma cor verde.

O manómetro indica a pressão que se faz sentir dentro do balão. O valor de pressão, expresso em milímetro de Mercúrio (mmHg), corresponde ao desnível entre as extremidades do mercúrio, isto é, obtém-se através da diferença de altura de mercúrio entre os dois braços do tubo em U (1 mmHg corresponde a 1 Torr).

Nesta simulação a pressão e a massa estão a ser medidas simultaneamente (embora tal não seja possível na prática).

O volume do balão é de 500,0 mL. A temperatura do gás é mantida a 0 °C, por isso, é possível encher o balão com gás em condições PTN (pressão e temperatura normal). As condições PTN correspondem à pressão de 1 atm (760 Torr) e 0° C.

Recorram à simulação e à tabela periódica para responderem, colaborativamente, às questões que se seguem e elaborarem o relatório. Apresentem, de forma organizada, todas as medições e cálculos que efectuarem e expliquem, de forma clara e detalhada, a forma como pensaram. Apresentem e reflectam sobre todas as tentativas de resolução.

1. Em 1811 o químico italiano Lorenzo Romano Amadeo Carlo Avogadro, conde de Quarequa e Cerreto, fez uma descoberta importante que foi inicialmente conhecida por hipótese de Avogadro. A hipótese de Avogadro refere que à mesma temperatura e pressão, volumes iguais de gases diferentes contêm o mesmo número de moléculas (ou átomos se o gás for monoatómico).
Que evidências obtidas através da exploração da simulação vos permitem corroborar ou não a hipótese de Avogadro?
2. O volume molar de uma substância é o volume ocupado por uma mole dessa substância. Exprime-se em decímetros cúbicos por mole ($\text{dm}^3 \text{ mol}^{-1}$).
 - 2.1. Qual o volume molar de cada um dos gases (hélio, azoto, oxigénio, néon, cloro e árgon) em condições PTN?
 - 2.2. Qual o volume molar do hélio, do oxigénio e do cloro noutras condições (a uma pressão à vossa escolha, diferente de 1 atm, ou seja, 760 torr)?
 - 2.3. O que podes dizer, desde já, em relação ao volume molar das substâncias no estado gasoso?
3. Quase ninguém soube da hipótese de Avogadro, tão elementarmente simples, durante quase 50 anos.

Em parte, isto acontecia porque Avogadro era um homem recatado – trabalhava sozinho, correspondia-se pouco com outros cientistas, publicava poucos estudos e não ia a reuniões -, mas também não havia muitas reuniões para ir e poucas revistas de Química onde publicar, o que não deixa de ser algo hoje difícil de se entender. A Revolução Industrial, que teve início no século XVIII, foi provocada em grande parte pelos desenvolvimentos da Química, contudo, como ciência organizada, a Química quase não existiu durante décadas.

A razão para não se ter em conta o trabalho de Avogadro pode estar relacionada também com a convicção que a combinação química ocorria em virtude da afinidade entre elementos diferentes. Nesta altura a ideia de que dois átomos idênticos de hidrogénio pudessem combinar-se para formar um composto molecular de hidrogénio era aberrante do ponto de vista da filosofia química dos primeiros anos do século XIX.

A hipótese de Avogadro foi novamente proposta por Ampere em 1814, numa carta para Berthollet. Este trabalho recebeu muito mais publicidade e até foi dado o crédito da ideia a Ampere. Contudo, Cannizaro, numa conferência internacional em 1860, reclamou a prioridade da ideia a Avogadro. Desde então passou-se a designá-la por Lei de Avogadro. (Adaptado de Breve história de quase tudo, Bill Bryson, 2005; <http://www.bulldog.u-net.com/avogadro/avoga.html>)

Com base na informação acima referida faz um comentário relativamente à forma como se produz conhecimento em ciência.

Anexo 6 – 3.ª Tarefa: Balanço energético num sistema termodinâmico

Escola _____

Física e Química A

Balanço energético num sistema termodinâmico

10.º Ano de escolaridade

Ano Lectivo 2008/2009

O Verão está à porta e uma limonada fresquinha sabe mesmo bem. Já pensaram qual o processo mais eficaz para arrefecer limonada: juntar água a 0°C ou gelo a 0 °C?

Para estudar experimentalmente a resposta a esta questão têm água à temperatura ambiente, em vez de limonada. Têm também água a sensivelmente 0°C e gelo.

1. Qual dos dois processos (juntar água a 0°C ou gelo à mesma temperatura) será mais eficaz para o arrefecimento da limonada? Justifiquem a vossa previsão.
2. Planifiquem uma actividade experimental que vos permita dar uma resposta ao problema proposto.
3. Antes de realizarem a experiência prevejam qual o valor da temperatura de equilíbrio da água após ser adicionada determinada massa de **água** a sensivelmente 0°C. Justifiquem a vossa previsão.
4. Prevejam também o valor da temperatura de equilíbrio da água após ser adicionada determinada massa de **gelo** a sensivelmente 0°C. Justifiquem a vossa previsão.
5. Realizem a actividade experimental de acordo com o planificado e discutido com a professora.
Nota: devem fragmentar o gelo e colocá-lo numa tina com água para que a temperatura no interior do gelo se aproxime à temperatura única de 0°C.
6. Comparem os valores obtidos com os previstos inicialmente e discutam os resultados.
7. Que alterações propõem para que o processo de arrefecimento da água se torne mais eficaz?
8. Que resposta dariam agora à questão que orientou o trabalho que desenvolveram?

BOM TRABALHO!

Anexo 7 – 4.^a Tarefa: Parque aquático

Escola _____

Física e Química A

Parque aquático

11.º Ano de escolaridade

Ano Lectivo 2009/2010

Muitos dos novos condomínios fechados têm no seu interior um pequeno aquaparque de modo a proporcionarem aos seus condóminos agradáveis momentos quase sem sair de casa. Porém, a concepção de diversões aquáticas rege-se por normas de segurança que são fundamentais cumprir (ver anexo com excerto do Decreto Regulamentar nº 34/95 de 16 de Dezembro).

No novo condomínio “Alenquer à vista” já construíram a piscina que tem duas zonas distintas – uma de banhos e outra que será de recepção a um escorrega. Esse escorrega deve terminar num troço horizontal.

Cabe ao vosso grupo projectar o escorrega para que os utilizadores possam utilizá-lo com todas as condições de segurança.

No final deverão escrever ao construtor indicando:

- a altura do escorrega;
- a altura a que deve ser instalado o troço horizontal do escorrega relativamente ao plano da água;
- o local onde deve ser instalado;
- a indicação da localização prevista de queda dos banhistas, comprovando que serão cumpridas as normas de segurança.

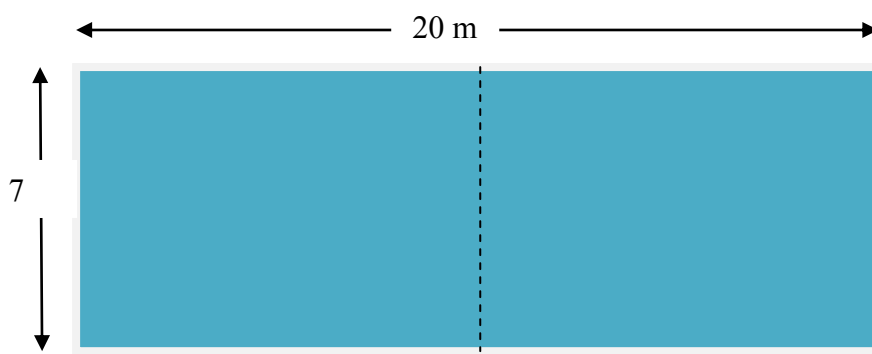


Fig. 1 – Esquema da piscina do condomínio “Alenquer à vista”

Objectivo

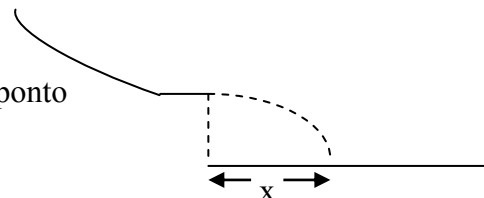
O objectivo desta actividade é planear as experiências necessárias que permitam projectar o escorrega do aquaparque do condomínio “Alenquer à vista”.

Material e equipamento disponível

- Calha flexível
- Corpo de forma esférica
- Célula fotoelétrica e digitímetro
- Sensor de luminosidade e CBL
- Cronómetro
- Fita métrica
- Craveira
- Papel químico
- Papel branco

Antes de realizar as experiências

1. Que variáveis poderão afectar o alcance dos corpos?
(designa-se por alcance, x , à distância horizontal entre o ponto de saída do escorrega e o ponto em que o banhista entra na água da piscina / a bola atinge o solo)
2. Ao se alterarem cada um desses variáveis de que modo prevêem que varie o alcance dos corpos? Justifiquem as vossas previsões.
3. Planeiem uma montagem experimental que permita testar cada uma das variáveis identificadas nas questões anteriores. Identifiquem claramente as variáveis que vão medir (indicando as que vão manter constantes e as que vão variar).
4. Preparem uma tabela de registo das medições a efectuar.



Realização das experiências

Discutam o plano da experiência com a professora.

Levem a cabo as experiências acordadas, observem, meçam e registem os dados.

Após as experiências

1. Façam o tratamento de dados (recorrendo, por exemplo, a gráficos) de modo a identificar a relação entre o alcance dos corpos e cada um dos parâmetros testados.
2. Identifiquem a(s) forças que actua(m) no corpo (esfera/banhista) durante a sua queda (no ar).
3. Tendo em conta a resposta à questão anterior, classifiquem:
 - 3.1.o tipo de movimento que o corpo tem na horizontal. Justifiquem a resposta.
 - 3.2.o tipo de movimento que o corpo tem na vertical. Justifiquem a resposta.
4. Com base nas equações do movimento na horizontal e na vertical deduzam a relação prevista entre os valores do alcance (x), da velocidade com que o corpo sai do troço horizontal da calha/escorrega (v_0) e a altura a que o troço horizontal se encontra do solo/da água da piscina (h).
5. Recorrendo à expressão deduzida na questão anterior determinem o alcance teoricamente previsto para cada um dos ensaios efectuados.
6. Confrontem os alcances teoricamente previstos com os que foram obtidos experimentalmente.

7. Recorram às aprendizagens realizadas para dar uma resposta ao problema inicial e escrevam ao construtor.

ANEXO

Decreto Regulamentar n.º 34/95 de 16 de Dezembro

Regulamento das condições técnicas e de segurança dos recintos de espectáculos e divertimentos públicos.

Artigo 57.º

Diversões aquáticas

5 - A inclinação máxima das pistas de deslizamento deve ser igual ou inferior a 45°, quando esta directriz seja recta, e igual ou inferior a 7°, quando esta seja em espiral.

6 - O caudal mínimo de lubrificação das pistas de deslizamento deve variar entre 500 l e 1500 l por minuto, consoante a superfície de escorregamento seja rectilínea ou curva e de acordo com os valores indicados pelo fabricante.

7 - A altura livre da queda, na prumada da saída, entre o plano da água, no caso de haver tanque de recepção, não pode ser inferior a 0.50 m.

10 - Nos tanques de recepção e consoante a actividade a que se encontram afectos devem observar-se as seguintes regras:

b) a distância livre de obstáculos à frente do ponto de queda pode variar entre os 5 m e os 12 m.

Escola _____

Actividade de carácter investigativo – O poder energético dos combustíveis

O combustível é um material que transfere energia para a vizinhança aquando a sua queima. A queima ou combustão é uma reacção química na qual os constituintes do combustível se combinam com o oxigénio do ar. Para iniciar a queima de um combustível é necessário que ele atinja uma temperatura definida, chamada de temperatura de ignição.

O poder calorífico de um combustível é dado pela energia libertada na queima do mesmo. Os combustíveis são classificados segundo o estado em que se apresentam – sólido, líquido ou gasosos. A sua origem pode ser natural ou artificial.

Os principais combustíveis sólidos são a madeira e os produtos da sua decomposição natural, turfa e carvão. Para que um sólido possa ter valor como combustível é necessário que tenha um poder calorífico tão elevado quanto possível e queime com facilidade, com ou sem chama.

O combustível líquido tem certas vantagens em comparação com os sólidos, tais como poder calorífico elevado, maior facilidade e economia de armazenagem e fácil controlo de consumo. Quase todos os combustíveis líquidos são obtidos a partir do petróleo. Exemplos de combustíveis líquidos são: gasolina, petróleo de iluminação, gasóleo e o álcool.

Os combustíveis gasosos apresentam certas vantagens em relação aos combustíveis sólidos, tais como permitir a eliminação de fumo e cinzas, melhor controlo de temperatura e comprimento da chama.

Adaptado de <http://www.adorofisica.com.br/trabalhos/fis/equipos/maquinasavapor/combustivel.htm>

Questão-Problema:

O texto faz referência à energia transferida durante a queima de combustíveis. De que dependerá o poder energético de um combustível?

Parte 1- Trabalho Individual

Para estudar a questão-problema deverás:

- Explicitar o que acontece em termos microscópicos neste tipo de reacção.
- Identificar que transferências de energia ocorrem durante as combustões.
- Planificar uma actividade experimental que te permita estudar a questão.
- Prever qual o valor do calor de combustão para o butano, butanol e hexanol.
- Propor uma primeira resposta para a questão :”**De que dependerá o poder energético de um combustível?**”

Parte 2 – Trabalho em grupo

- Discutir com os colegas de grupo e com o professor o trabalho realizado individualmente por cada elemento do grupo.
- Fazer as devidas alterações às planificações e consensualizar um planificação experimental.
- Elaborar uma lista do material que irão precisar para a realização da actividade experimental e discuti-la com o professor.
- Executar a experiência planeada, registando todas as observações e medições que considerem importantes (atenção aos algarismos significativos).
- Comparar os valores obtidos experimentalmente com os previstos teoricamente e discuti-los.
- Propor alterações à planificação de forma a minimizar os erros inerentes à experiência.
- Propor uma resposta do grupo para a questão: ”**De que dependerá o poder energético de um combustível?**”, com base na realização da experiência e no trabalho previamente realizado por cada elemento do grupo
- Discutir os factores a ter conta na selecção dos combustíveis a utilizar, por exemplo, nos meios de transporte, nas centrais termoeléctricas ou nos sistemas de aquecimento das habitações.
- Elaborar o relatório da actividade desenvolvida.

Anexo 9 - Guião de elaboração do relatório

Escola _____

Física e Química A **Guião do relatório**

10.º Ano de escolaridade

Ano Lectivo 2008/2009

O relatório desta actividade servirá para ilustrar todas as actividades que desenvolveram na exploração de uma tarefa. Deve ser desenvolvido de modo a ajudar-vos a compreender melhor os assuntos estudados e a comunicar o que fizeram, como pensaram e o que aprenderam, de uma forma detalhada, clara e organizada.

Podem organizá-lo da seguinte forma:

Capa

Introdução

Identifiquem o(s) objectivo(s) da actividade.

Relembrem e expliquem o que sabem que possa ser útil para resolver o problema/atingir o objectivo.

Desenvolvimento da tarefa

Nesta parte devem descrever de que modo seleccionaram as estratégias, o que fizeram para explorar a tarefa e apresentar os resultados que obtiveram:

PLANIFICAÇÃO

- Que estratégias poderão seguir para dar resposta ao problema / atingir o objectivo?
- Porque escolheram essa estratégia e não outra? Quais as vantagens?
- Que resultados prevêem obter?

PROCEDIMENTO

- O que fizeram?

RESULTADOS

- Que resultados obtiveram? (recorram a tabelas, representações gráficas ou esquemas que vos ajudem a pensar sobre a tarefa, a explicar a sua exploração e a fundamentar as conclusões).

Conclusões e reflexão sobre a tarefa

Nesta parte devem analisar criticamente o trabalho desenvolvido e resumir o que aprenderam:

- A que conclusões chegaram? Conseguiram atingir o objectivo?
- Os resultados que obtiveram foram ao encontro das vossas previsões?
- Com que dificuldades se depararam? O que fizeram para as ultrapassar?
- Que limitações têm as estratégias que adoptaram?
- Alterariam de alguma forma o modo como desenvolveram a tarefa? Como? E porquê?
- O que aprenderam com a realização desta tarefa?

Autoavaliem o vosso desempenho tendo em conta os critérios de avaliação definidos.

Anexo 10 – Indicadores dos níveis de desempenho no relatório (1ª versão da rubrica)

	1	2	3	4
Introdução	Indico objectivos pouco coerentes com a actividade a realizar e faço referência a alguns princípios científicos associados à experiência, mas não os explico.	Indico os objectivos da actividade e explico alguns princípios científicos associados à experiência, mas de uma forma pouco detalhada e organizada.	Indico os objectivos da actividade e explico os princípios científicos associados à experiência de uma forma detalhada.	Indico os objectivos da actividade e explico todos os princípios científicos associados à experiência de uma forma detalhada e organizada, justificando a sua pertinência.
Estratégias e previsão de resultados	Indico apenas uma estratégia para a resolução do problema.	Apresento uma estratégia para a resolução do problema e indico os resultados que prevejo obter.	Apresento várias estratégias para a resolução do problema, explico as razões que me levaram a escolher uma das estratégias e indico os resultados que prevejo obter.	Apresento várias estratégias para a resolução do problema, explico as razões que me levaram a escolher uma das estratégias e a desistir das outras, explico os cuidados que devo ter quando implementar a estratégia e indico os resultados que prevejo obter.
Procedimento	A minha descrição não é sequencial, faltando muitos passos.	A minha descrição mostra alguns dos passos realizados, mas estes nem sempre são descritos detalhadamente. Apresento um esquema para ilustrar o procedimento.	Descrevo a maioria dos passos mas, por vezes, com alguma falta de detalhe. Apresento um esquema que ilustra o procedimento.	Apresento todos os passos de uma forma organizada, detalhada e de modo a que seja fácil para o leitor segui-los. Apresento um esquema organizado e detalhado que ilustra o procedimento.
Resultados	Só registei alguns resultados ou registei-os incorrectamente.	Registei os resultados mas não os organizei.	Registei os resultados de uma forma organizada, recorrendo, sempre que possível, a tabelas, representações gráficas ou esquemas.	Registei os dados sem quaisquer incorrecções, de uma forma completa e organizada, recorrendo, sempre que possível, a tabelas, representações gráficas ou esquemas.

Conclusões	<p>Não indico as conclusões ou estas entram em conflito com os resultados.</p> <p>Não explico em que extensão atingi os objectivos.</p> <p>Não indico a possibilidade de terem ocorrido erros.</p>	<p>Apresento conclusões que não entram em conflito com os resultados e explico de uma forma incompleta o significado dos resultados.</p> <p>Indico se atingi o objectivo ou não.</p> <p>Sugiro a possibilidade de erros mas não sugiro fontes.</p>	<p>Apresento conclusões que não entram em conflito com os resultados e explico detalhada e organizadamente o significado de alguns resultados. Não me refiro directamente às evidências.</p> <p>Explico em que extensão atingi os objectivos.</p> <p>Comparo os resultados obtidos com os previstos e identifico algumas fontes de erros.</p>	<p>Apresento as conclusões de uma forma detalhada e organizada, baseando-me em evidências.</p> <p>Explico em que extensão atingi os objectivos.</p> <p>Comparo os resultados obtidos com os previstos, identifico fontes de erros e explico os seus efeitos nos resultados.</p>
Reflexão	<p>Não apresento e discuto as dificuldades e limitações associadas às estratégias utilizadas.</p> <p>Não faço uma síntese sobre o que aprendi.</p>	<p>Apresento e discuto dificuldades e limitações associadas às estratégias utilizadas, mas de forma incompleta e pouco detalhada.</p> <p>Indico o que aprendi de uma forma incompleta e pouco estruturada.</p>	<p>Apresento e discuto detalhadamente as dificuldades e limitações associadas às estratégias utilizadas.</p> <p>Explico o que aprendi detalhadamente.</p>	<p>Apresento e discuto detalhada e organizadamente as dificuldades e limitações associadas às estratégias utilizadas e sugiro, de uma forma fundamentada, possíveis alternativas.</p> <p>Explico o que aprendi detalhada e organizadamente.</p>
Organização lógico temática e terminologia científica	<p>Apresento as ideias de uma forma pouco organizada, nem sempre de acordo com o solicitado.</p>	<p>Apresento as ideias de uma forma organizada e sempre de acordo com o solicitado.</p> <p>Utilizo a língua portuguesa e terminologia científica com incorrecções frequentes.</p>	<p>Apresento as ideias de uma forma organizada e sempre de acordo com o solicitado.</p> <p>Utilizo a língua portuguesa e terminologia científica com poucas incorrecções.</p>	<p>Apresento as ideias de uma forma organizada e sempre de acordo com o solicitado. Utilizo a língua portuguesa e terminologia científica sem incorrecções.</p>
Apresentação	<p>O meu relatório não respeita a estrutura proposta e está pouco organizado.</p>	<p>O meu relatório respeita a estrutura proposta mas cada tópico está pouco organizado.</p>	<p>O meu relatório respeita a estrutura proposta e cada tópico está organizado.</p>	<p>O meu relatório respeita a estrutura proposta, está organizado e tem um aspecto atractivo.</p>

Anexo 11 – Indicadores dos níveis de desempenho no relatório (2ª versão da rubrica)

Partes do relatório	Níveis	1	2	3	4
	Itens				
Introdução	Objectivos	Defino objectivos pouco coerentes com a actividade a realizar	Defino objectivos coerentes com a actividade a realizar, mas enuncio-os de forma pouco clara	Defino objectivos coerentes com a actividade a realizar e enuncio-os de forma clara	Defino objectivos coerentes com a actividade a realizar e enuncio-os de forma clara e sintética.
	Princípios científicos associados à experiência	Faço apenas referência aos princípios científicos associados à experiência mas não os explico	Explico apenas alguns dos princípios científicos associados à experiência ou, explico-os todos mas pouco detalhadamente	Explico todos os princípios científicos associados à experiência detalhadamente	Explico todos os princípios científicos associados à experiência detalhadamente e justifico a sua importância no contexto da tarefa
Planificação	Estratégia seleccionada	A estratégia que seleccionei é pouco adequada aos objectivos	A estratégia que seleccionei é adequada aos objectivos		
		Apresento a estratégia seleccionada de forma pouco detalhada	Apresento a estratégia seleccionada de forma detalhada	Apresento a estratégia seleccionada de forma detalhada e justifico cada um dos passos realizados. Explico porque escolhi esta estratégia	Apresento a estratégia seleccionada de forma detalhada e justifico cada um dos passos realizados. Explico porque escolhi esta estratégia e desisti de outras possíveis
	Previsão dos resultados	Prevejo os resultados, mas sem apresentar qualquer justificação	Prevejo os resultados de uma forma fundamentada		
Procedimento	Desenvolvimento da tarefa	Descrevo apenas alguns dos passos realizados.	Descrevo quase todos os passos realizados	Descrevo todos os passos realizados.	
	Representação	Incluo um esquema pouco adequado para ilustrar o procedimento	Incluo um esquema adequado para ilustrar o procedimento	Incluo um esquema adequado, devidamente identificado e legendado para ilustrar o procedimento	
Resultados	Registo de dados	Registo alguns dados (medições/observações)	Registo quase todos os dados (medições/ observações)	Registo todos os dados (medições/ observações)	
		Registo os dados com incorrecções frequentes	Registo os dados com algumas incorrecções	Registo os dados sem incorrecções	

Conclusões & Reflexão	Tratamento de dados	Faço algum do tratamento de dados	Faço a maioria do tratamento de dados	Faço todo o tratamento de dados	
		Faço o tratamento de dados com incorrecções frequentes	Faço o tratamento de dados com poucas incorrecções	Faço o tratamento de dados sem incorrecções	
	Conclusões	Retiro conclusões que entram em conflito com os resultados	Retiro conclusões não entram em conflito com os resultados, mas não é explícito que se baseiam em evidências	Retiro conclusões que se baseiam explicitamente em evidências	
	Limitações	Comparo os resultados com as previsões e sugiro a possibilidade de ocorrência de erros mas não indico fontes de erros	Comparo os resultados com as previsões e indico algumas fontes de erros	Comparo os resultados com as previsões, identifico as fontes de erros e explico os seus efeitos nos resultados	Comparo os resultados com as previsões, identifico as fontes de erros e as limitações da estratégia utilizada e explico os seus efeitos nos resultados. Sugiro possíveis alternativas
	Aprendizagens realizadas	Indico o que aprendi de forma incompleta	Explico o que aprendi de forma resumida	Explico o que aprendi detalhadamente	

Cada uma das partes que constitui o relatório (Introdução, Planificação, Procedimento, Resultados e Conclusões & Reflexão) deve ser avaliada quanto à organização, escrita e linguagem científica:

Parâmetros	1	2	3
Organização	Apresento os textos, cálculos, tabelas, esquemas e representações gráficas de forma pouco organizada	Apresento os textos, cálculos, tabelas, esquemas e representações gráficas de forma relativamente organizada	Apresento os textos, cálculos, tabelas, esquemas e representações gráficas de forma muito bem organizada
Escrita	Escrevo com incorrecções frequentes ao nível da língua portuguesa	Escrevo com incorrecções pouco frequentes ao nível da língua portuguesa	Escrevo sem incorrecções ao nível da língua portuguesa
Linguagem científica	Escrevo com incorrecções frequentes ao nível da terminologia científica	Escrevo com incorrecções pouco frequentes ao nível da terminologia científica	Escrevo sem incorrecções ao nível da terminologia científica

O relatório no global deve ser avaliado relativamente à sua estrutura e apresentação:

Parâmetros	1	2	3
Estrutura e apresentação	O relatório não respeita a estrutura proposta	O relatório respeita a estrutura proposta mas as diferentes partes do relatório não se distinguem com facilidade	O relatório respeita a estrutura proposta e as diferentes partes do relatório distinguem-se com facilidade

Anexo 12 – Grelha com os critérios de avaliação

Partes do relatório	Cotação (pontos)	Itens	Critérios de avaliação								
			Coerência com o problema /com a estratégia / com os resultados obtidos	Complete : -abordagem de todos os itens pertinentes, - desenvolvimento de cada um dos itens, - argumentação das afirmações/decisões.	Interligação entre os assuntos abordados	Organização	Rigor (língua portuguesa)	Rigor (terminologia científica)	Correcção (analítica, unidades de medida,....)		
Introdução	10	Definição de objectivos	X								
	30	Explicitação dos fundamentos teóricos	X		X	X	X	X	X	X	
Planificação	20	Apresentação da estratégia seleccionada	X		X		X		X	X	X
	15	Previsão dos resultados	X				X				X
Procedimen- to	15	Descrição dos passos	X		X				X	X	X
	5	Elaboração de esquema ilustrativo	X						X		X
Registo de dados	25	Registo de observações e/ou medidas			X				X		X
Tratamento de dados	30	Realização de cálculos, gráficos, esquemas			X				X		X
Conclusão e crítica	45	Indicação das conclusões	X		X		X		X	X	X
		Comparação dos resultados com as previsões	X								
		Identificação das fontes de erro			X	X					
		Explicação dos efeitos de cada uma das fontes de erro nos resultados				X					
		Sugestão de possíveis alternativas	X			X					
Global	5	Estrutura e apresentação							X		

Anexo 13 – Ficha de apoio à reflexão escrita (1ª versão)

Parte do relatório	Parâmetro	Nível de desempenho	Apreciação / justificação dos níveis de desempenho atribuídos
Introdução	Objectivos		
	Princípios científicos		
	Organização		
	Escrita		
	Linguagem científica		
Planificação	Estratégia seleccionada		
	Previsão dos resultados		
	Organização		
	Escrita		
	Linguagem científica		
Procedimen -to	Desenvolvi/ da tarefa		
	Representação		
	Organização		
	Escrita		
	Linguagem científica		
Resultados	Registo de dados		
	Tratamento de dados		
	Organização		
	Escrita		
	Linguagem científica		

Conclusões & Reflexão	Conclusões		
	Limitações		
	Aprendizagens realizadas		
	Organização		
	Escrita		
	Linguagem científica		
Geral	Estrutura e apresentação		

Anexo 14 – Ficha de apoio à reflexão escrita (2ª versão)

Partes do relatório	Explicitem as dificuldades sentidas na elaboração e os pontos fracos de cada uma das partes do relatório.	Identifiquem, justificando, os pontos fortes de cada uma das partes do relatório.
Introdução		
Planificação		
Procedimento		
Registo de dados		
Tratamento de dados		
Conclusão e crítica		

Anexo 15 – Questionário inicial

QUESTIONÁRIO INICIAL

NOME: _____ **Nº** ____ **10º** ____

Com este questionário pretendo conhecer as tuas percepções acerca da:

- Física e da Química
- Avaliação

1. Se tivesses de explicar a alguém o que é a Física e a Química o que dirias?
2. Gostas de Física e Química? Porquê?
3. O que mais gostas de fazer nas aulas de Física e Química?
4. Como estudas Física e Química?
5. Quando ouves falar de avaliação, qual a primeira ideia que te vem à cabeça?
6. Para que serve a avaliação?
7. A avaliação ajuda-te a aprender? Sim ou não e porquê?
8. Se os teus professores te pedissem ajuda sobre como deveria ser feita a avaliação, o que lhes propunhas?
9. Certamente já ouviste falar em critérios de avaliação.
 - 9.1. O que são critérios de avaliação?
 - 9.2. Para que servem os critérios de avaliação?
 - 9.3. Costumas utilizar os critérios de avaliação? Como?
 - 9.4. Que critérios pensas que o teu professor de Física e Química considerou na tua avaliação do ano passado?

Obrigado pela tua
colaboração!

Anexo 16 – Questionário final

QUESTIONÁRIO FINAL

NOME: _____ N° _____

Responde às seguintes questões, **justificando** as tuas respostas.

1. O que são critérios de avaliação?

2. Para que servem os critérios de avaliação?

3. Relativamente às actividades que realizaste ao longo destes dois anos lectivos e que envolveram a elaboração de relatório (*À procura das propriedades da areia, Lei de Avogadro, Balanço energético, Parque aquático, O poder energético dos combustíveis*)...

3.1. Concordas com todos os critérios de avaliação que foram definidos para os relatórios?

Neste momento eliminavas, alterarias ou acrescentarias algum?

3.2. Coloca por ordem decrescente de importância as estratégias que mais te ajudaram a compreender os critérios de avaliação, da mais importante (1) para a menos importante (6).

<input type="checkbox"/>	Reflexão individual
<input type="checkbox"/>	Discussão na sala de aula
<input type="checkbox"/>	Exemplo de aplicação dos critérios na Lei de Avogadro)
<input type="checkbox"/>	Feedback dos colegas de grupo
<input type="checkbox"/>	Feedback da professora (comentários escritos ou feedback oral)
<input type="checkbox"/>	Outra: Qual? _____

3.3. Explica de que modo te ajudou cada uma das estratégias referidas na questão anterior.

--

3.4. Explica como utilizaste os critérios de avaliação.

--

3.5. Descreve como fizeste para melhorar os relatórios ao longo das várias fases de cada uma das actividades.

4. Consideras que desenvolveste a capacidade de auto-avaliar os teus trabalhos? O que te levou a dar essa resposta?

Obrigada pela tua colaboração.

Anexo 17 – Guião de entrevista aos alunos (após cada tarefa)

1. Já tinhas feito algum tipo de autoavaliação antes de teres aulas comigo?
Em caso afirmativo: Conta-me como foi? Dá-me um exemplo.
Em caso negativo: Porque não?¹
2. Consideras ter havido alguma vantagem em termos negociado os critérios de avaliação na aula, em vez de eu ter fornecido uma grelha já com os indicadores?¹

Exploração da tarefa

3. Como correu a exploração da tarefa?
4. Desta vez tiveram de fazer uma planificação individual e entregá-la previamente à professora. Esse trabalho individual facilitou o trabalho de grupo, ou pelo contrário, introduziu dificuldades acrescidas?²
Em caso afirmativo: De que modo?
Em caso negativo: Porquê? Que novas dificuldades surgiram?
5. A exploração desta tarefa correu melhor do que a(s) anterior(es)?³
Em caso afirmativo: De que modo?
Em caso negativo: Porquê? Que novas dificuldades surgiram?
6. De que forma te organizaste (ou se organizaram) com enunciado da tarefa, os critérios de avaliação e o guião de elaboração do relatório?
- Utilizaram todos estes instrumentos? Quando? Como?
Ou
De que forma se organizaram com a preparação individual de cada um, com o computador, com o aparato experimental, o enunciado da tarefa, os critérios de avaliação (e, eventualmente, também a grelha com os indicadores de níveis de desempenho do ano passado)?²

7. Tiveste (tiveram) dificuldades em explorar a tarefa?

- Que dificuldades?

- Como procuraste (procuraram) ultrapassá-las?

Elaboração do relatório

8. Como correu a elaboração do relatório?

9. A realização do relatório correu melhor do que o(s) anterior(es)?³

Em caso afirmativo: De que modo?

Em caso negativo: Porquê? Que novas dificuldades surgiram?

10. Tiveste (tiveram) dificuldades em elaborar o relatório?

- Que dificuldades?

- Como procuraste (procuraram) ultrapassá-las?

11. Quais os aspectos que procuraram ter mais em atenção na realização deste relatório? Porquê? Como o fizeram?³

12. Como reformulaste/reformularam a 1ª versão (se aplicável)?

13. Tiveram dificuldades em utilizar a ferramenta do Word, *track changes*?²

De que forma os alunos apropriam os critérios de avaliação?

14. Desta vez foi-vos entregue uma grelha com os critérios de avaliação, em vez dos indicadores dos níveis de desempenho que foram utilizados no ano letivo anterior. Compreendeste todos os itens da grelha?²

15. Consideras que esta grelha é melhor ou pior do que a do ano passado? Ajudou-te na realização do relatório?²

16. Utilizaram a grelha com os indicadores de níveis de desempenho que foi fornecida no 10.º ano ou à grelha dos critérios de avaliação dos relatórios fornecida este ano?⁴
17. Em que fase(s) do trabalho recorreste (recorreram) aos critérios de avaliação? Quando recorreste (recorreram) à grelha fornecida? Como a utilizaste (utilizaram)?

A partir de uma análise conjunta das produções dos alunos procurou-se obter resposta para as questões que se seguem (da 18.ª à 24.ª):

18. Consideras que realizaste (realizaram) a introdução do relatório de acordo com os objetivos? Porquê?
19. E em relação às estratégias e previsão dos resultados? Porquê?
20. E na parte da descrição do procedimento? Porquê?
21. Nas conclusões exploraste (exploraram) tudo o que foi solicitado? Explica de que modo.
22. Discutiste (discutiram) as dificuldades e limitações às estratégias que utilizaste (utilizaram)? Sugeriste (sugeriram) possíveis alternativas? E explicaste (explicaram) o que aprendeste (aprenderam)?
23. Apresentaste (apresentaram) as ideias de uma forma organizada e coerente? E utilizaste (utilizaram) língua portuguesa e uma terminologia científica correta e adequada?
24. Achas que respeitaste (respeitaram) a estrutura e apresentaste um relatório organizado e com uma boa apresentação? Porquê?
25. Consideraste útil analisar a compilação de vários relatórios (relatório-exemplo)?³

26. Consideraste úteis os comentários dos colegas? E a realização da autoavaliação com o teu par/grupo? Porquê?³

27. Consideraste úteis os meus comentários? Porquê?

28. O que achaste mais útil: a autoavaliação que realizaste enquanto e após teres realizado a tarefa e o relatório, a análise do relatório-exemplo (se aplicável), o feedback dos colegas ou feedback do professor? Porquê?

Qual o contributo dos critérios de avaliação na regulação das aprendizagens?

29. Aprendeste alguma coisa ao avaliar o teu próprio trabalho? O quê?

30. A utilização dos critérios ajudou-te realizar e a melhorar o teu trabalho? Como?

Que dificuldades apresentam os alunos na apropriação dos critérios de avaliação e na sua utilização para a regulação das suas aprendizagens?

31. Tiveste dificuldade em compreender algum critério de avaliação? Quais? Como procuraste ultrapassar essas dificuldades?

32. Tiveste dificuldade em elaborar o teu trabalho tendo em conta algum dos critérios de avaliação?

Em caso afirmativo:

- Em relação a que critérios sentiste mais dificuldades?
- Explica que dificuldades tiveste.
- Como ultrapassaste essas dificuldades?

Como evolui a capacidade dos alunos se autoavaliarem mediante um investimento no processo de apropriação dos critérios de avaliação?

33. Poderias melhorar o teu trabalho? Como?

34. Há algum ou alguns critérios que inicialmente não tivesses compreendido bem e que agora compreendas melhor?

- Quais?

- O que te ajudou a compreendê-los melhor?

35. A autoavaliação que fizeste relativamente aos relatórios anteriores ajudou-te na autoavaliação que fizeste neste relatório? De que forma?³

36. E o feedback dos colegas nos relatórios anteriores também te ajudou na realização deste relatório? De que forma?³

37. E em relação ao feedback do professor?³

Observações:

- Incluí questões para cada aluno em função dos dados recolhidos.

¹ Aplica-se apenas à 1ª entrevista

² Aplica-se apenas à 4ª entrevista.

³ Não se aplica à 1ª entrevista (aplica-se apenas às restantes)

⁴ Aplica-se à 4ª e 5ª entrevista

Anexo 18 – Guião de entrevista aos alunos final

1. Para que serve a autoavaliação?
2. O que implica fazer?
3. Gostas de fazer autoavaliação? Porquê?
4. A autoavaliação que realizaste ajudou-te em todas as tarefas?
 - Dá-me exemplos em que tenha ajudado.
 - Dá-me exemplos em que não tenha ajudado.
 - Como explicas essas diferenças?
5. Consideras que a tua preocupação em ter em conta os critérios de avaliação na realização das tarefas escolares alterou-se, de alguma forma, devido ao trabalho que foi desenvolvido nas aulas de Física e Química?
6. Lembras-te de autoavaliar os teus trabalhos quando não te pedem para fazer isso?
Em caso afirmativo:
 - E realmente autoavalias-te? Em que situações? Dá-me exemplos.
 - Sentes que sabes autoavaliar os trabalhos que realizas?

Anexo 19 – Guião de entrevista à professora participante

Percurso profissional

1. Qual é a tua formação académica?
2. Ser professora foi a tua primeira opção profissional?
3. Que fatores te levaram a ser professora?
4. Quantos anos de serviço tens?

Perspetivas e práticas de ensino-aprendizagem

5. Como podes descrever a tua prática letiva?
6. Que metodologias e estratégias utilizas?
7. Qual a tua opinião sobre o papel do trabalho laboratorial e experimental no ensino das ciências?
8. Qual a regularidade e tipo de trabalho laboratorial e experimental que desenvolves em sala de aula?
9. Que tipo de competências procuras promover com este tipo de trabalho? Como?

Perspetivas e práticas de avaliação

10. Que práticas avaliativas fazem parte da tua prática pedagógica?
11. Podes descrever as práticas avaliativas que utilizas com a função de regulação das aprendizagens?
12. Forneces feedback aos alunos?
 - a) De que tipo (escrito, oral)?
 - b) Em que situações?
 - c) Com que frequência?
13. Quando solicitas a realização de uma tarefa informas/negoceias, à partida, os critérios de avaliação da mesma? De que forma?
14. Costumas promover a reflexão sobre o trabalho desenvolvido?
 - a) De que forma?
 - b) Em que situações?
 - c) Com que frequência?

Anexo 20 – Relatório-exemplo

COMPILAÇÃO DOS RELATÓRIOS RELATIVOS À EXPLORAÇÃO DA SIMULAÇÃO SOBRE A LEI DE AVOGADRO

Introdução:

Os objectivos desta actividade são: ^{recolher dados que} permitir corroborar ou não ^{em} a hipótese de Avogadro, determinar e comparar o volume molar dos elementos gasosos em condições de temperatura e pressões diferentes, e fazer comentário relativamente à forma como se produz conhecimento em ciência.

Avogadro é um químico que fez uma descoberta importante que foi inicialmente conhecida por hipótese de Avogadro. A hipótese de Avogadro refere que à mesma temperatura e pressão, volumes iguais de gases diferentes contêm o mesmo número de moléculas (ou átomos se o gás for monoatômico).

Para verificarmos a hipótese de Avogadro necessitamos de calcular a quantidade química de cada elemento gasoso em temperatura e pressão iguais.

Uma mole ^{de partículas contém} corresponde a $6,022 \cdot 10^{23}$. ^{Trabalhamos ainda com o volume molar dos elementos que é o volume ocupado por uma mole dessa substância. Exprime-se em decímetros cúbicos por mole (dm^3/mol).}

^{para perceber estes conceitos} Para perceber estes conceitos recorremos a uma simulação em que temos um balão de vidro que está ligado a um tanque com um gás, a uma bomba de vácuo e a um manómetro. O gás poderá ser adicionado até se atingir a pressão desejada. O manómetro indica a pressão que se faz sentir dentro o balão. O valor de pressão, expresso em milímetros de mercúrio (mmHg), corresponde ao desnível entre as extremidades do mercúrio, isto é, obtém-se através da diferença de altura de mercúrio entre os dois braços do tubo em U. Esta simulação é importante porque a pressão e a massa estão a ser medidas simultaneamente visto que não é possível na prática.

Nesta simulação vamos trabalhar com vários gases como Hélio, Azoto, Oxigénio, Néon, Cloro e Árgon.

Retirado de Relatório de Carlota e Afonso

Planificação

24/30

Para a primeira questão a nossa estratégia foi calcular o número de átomos, ou moléculas (dependendo se o gás ^{era} for monoatômico ou poliatômico) o que iria servir para verificar se a Lei de Avogadro (à mesma temperatura e pressão, volumes iguais de gases diferentes contêm o mesmo número de moléculas, se o gás for poliatômico, ou de átomos, se o gás for monoatômico) está correcta, ou não.

Para isso, necessitámos de saber a massa molar, e a massa de cada gás (através da simulação), a uma determinada pressão, para ^{calcularmos} a quantidade de substância existente no recipiente ($m = n \times M$). Seguidamente fomos calcular o número de átomos / moléculas (dependendo se o gás ^{era} for monoatômico ou poliatômico) através da fórmula $N = n \times N_A$. Calculando estes resultado para todos os gases vai-se verificar se o número de átomos / moléculas é igual. Se for a Lei de Avogadro estará correcta, se não for, teremos provar para corroborar esta. ^{Cuidado com estas afirmações}

Para a segunda questão iremos calcular o volume molar das substâncias uma vez em condições PTN (pressão e temperatura normal) e outra com a pressão diferente de 760 torr.

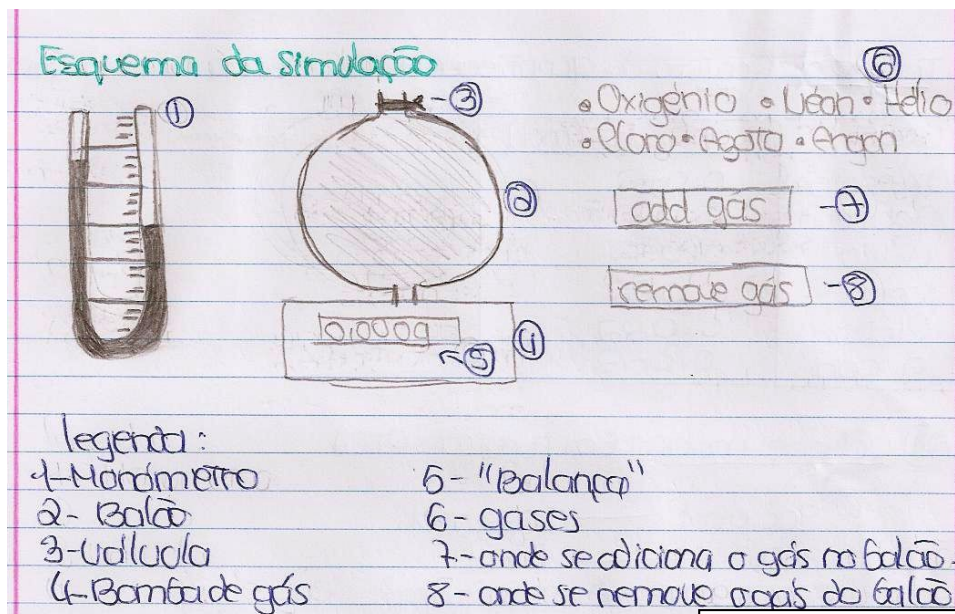
Para tal teremos de saber quantas moles existem no recipiente, que será para calcularmos a volume molar. Sabendo isso, faremos uma regra três simples pois $0,5 \text{ dm}^3$ (volume do balão) está para o número de moles encontrado e 1 mol está para o resultado que iremos achar. E assim obtemos o volume molar, depois terá de se realizar estes passos para todas as substâncias.

Por fim iremos relacionar o volume molar das substâncias no estado gasoso.

Para a terceira e última questão, iremos analisar o texto dado e tentaremos abordar como o conhecimento da ciência tem evoluído. Iremos apresentar exemplos dados no texto e reflexões próprias.

Retirado de relatório de Gustavo e Duarte

19/20 **Procedimento**
Primeiro no computador fomos ao site "<http://www.chm.davidson.edu/ehemistry/applets/Gaslaws/AvogadroLaw.html>" e encontramos a simulação. Na simulação primeiro removemos qualquer tipo de gás ainda existente no balão e depois clicamos na Tecla Tare para pontar a zero ("balança"). Depois adicionamos um gás ao balão e esperamos que chegasse à pressão pretendida, sendo essa condições, condições PTN. A seguir removemos o gás clicando na Tecla "remove gas" e depois sucessivamente vamos adicionando os restantes gases nas mesmas condições, registando ^{os valores de massa} todas as massas. Mais tarde fizemos o mesmo procedimento alterando apenas as condições de pressão e registamos todas as massas. Como na simulação nos dão a massa final do gás dentro do balão fomos calcular a quantidade de substância e de seguida a quantidade de partículas (moléculas). A seguir fomos calcular o volume molar, sabendo que o balão tem 500 ml. Por fim fizemos um comentário à forma como se produz conhecimento em ciência.



Retirado de relatório de Luísa e Maria

RESULTADOS

Tabela 1 - massa dos gases a uma dada pressão

Gás	Massa (g) à pressão (Torr) de:	
	330	757 (PTN)
Árgon (Ar)	0.387	0.887
Cloro (Cl ₂)	0.688	1.567
Oxigénio (O ₂)	0.310	0.707
Azoto (N ₂)	0.272	0.622
Hélio (He)	0.039	0.089
Néon (Ne)	0.196	0.448

o título da tabela n.º 5 vem dentro da própria tabela.

Retirado de relatório de Sofia e Leonor

Tabela 2 (pergunta 2.2) – Volume Molar de cada um dos gases (hélio, azoto, oxigénio, néon, cloro e água) a uma pressão de 320 Torr e 0°C.

Substâncias	Quantidade de Substância á pressão de 320 Torr (mol)	Volume Molar (ml/mol)
He	0,009	$5,5 \times 10^4$
N ₂	0,009	$5,5 \times 10^4$
O ₂	0,009	$5,5 \times 10^4$
Ne	0,009	$5,5 \times 10^4$
Cl ₂	0,009	$5,5 \times 10^4$
Ar	0,009	$5,5 \times 10^4$

Exemplificação do cálculo do volume ocupado por 1 mole:

500ml-----0,009mol

x-----1mol

$$x = 5,5 \times 10^4 \text{ ml}$$

$$V_m = 55 \text{ dm}^3/\text{mol}$$

Retirado de relatório do Miguel e Vasco

Conclusão:

Com a experiência realizada concluímos que a hipótese de Avogadro está correta, visto que através dos resultados obtidos, à mesma pressão, temperatura e volume, o número de partículas não varia entre os elementos gasosos. Podemos comprovar isto com os cálculos que foram realizados, nas condições de 120 mmHg os diferentes elementos gasosos, no mesmo volume todos têm $2,11 \cdot 10^{21}$ partículas, isto é, têm o mesmo número de partículas à mesma pressão, temperatura e volume.

Ainda podemos concluir que o volume molar é igual em todos os gases se a temperatura e a pressão forem as mesmas. Por exemplo, nos cálculos que realizamos para as condições de 120 mmHg o volume molar para as substâncias foi de 142,86 dm³/mol, mas se a pressão e temperatura forem modificadas, o volume molar será diferente. Nós modificamos os 120 mmHg para condições PTN, e verificamos que o volume molar é diferente. Nos cálculos que realizamos para condições PTN o volume das substâncias foi igual a 22,5 dm³/mol.

Rel. Carlota e Afonso

O volume molar em condições PTN é sempre 22,4 dm³/mol. Os nossos resultados foram 22,7 dm³/mol o que é semelhante. ~~Este erro fez com que~~

Este erro deve-se dar devido à diferença da pressão do tubo U, pois a sua menor divisão da escala não era suficiente para calcular a pressão exacta de 760 mmHg. Para se ultrapassar esta dificuldade, deveria-se arranjar um tubo U com uma menor divisão da escala, o que permitiria ter o valor da pressão mais exacto.

No ano de 1811 quando o químico italiano Lorenzo Avogadro publicou a hipótese de Avogadro, esta não foi aceite pois era aberrante ao ponto de vista da filosofia química da altura. Também não foi aceite pois este químico trabalhava sozinho e correspondia-se pouco com a sociedade científica, publicando muito poucos estudos e não indo a reuniões, daí poucos cientistas ficaram a conhecer as suas descobertas e muitas destas, certamente seriam consideradas como invenções.

Rel. Gustavo e Duarte

apesar da sua genialidade incontestável iria ser ultrapassado e esquecido, devido à sua falta de contacto com a comunidade científica.

Na nossa opinião, para que se diga: "Fez-se Ciência", não é só necessário fazer a descoberta, mas sim apresenta-la a todos e colocá-la à prova.

Rel. Tomás e Daniel

A personalidade das pessoas que estudam química não deixa de ter um papel importante para a divulgação da mesma. O caso de Avogadro, que está no texto, é pela perfeição desta causa, pois ele era recluso, pouco social, o que fez com que a sua descoberta fosse pouco conhecida, impossibilitando a divulgação dos seus conhecimentos.

Rel. Sandro e Rodrigo

Anexo 21 – Categorias de análise relativas às reflexões realizadas pelos alunos constituídos casos sobre os relatórios

1. Critérios apontados

C – Completude (o item está presente)

D – Desenvolvimento (o item presente foi desenvolvido/explicado)

A – Argumentação (foi apresentada uma justificação/argumentação da afirmação realizada)

Coe – Coerência

R – Rigor na utilização da terminologia científica, língua portuguesa ou correção analítica

O – Organização

✓ - indica que um determinado item está bem feito ou está bom, sem indicar o critério de sucesso

2. Argumentação

✓ - É incluída uma justificação para a apreciação que vai para além do feedback (oral e/ou escrito) fornecido

✓ - É incluída uma justificação para a apreciação que se restringe ao feedback (oral e/ou escrito) fornecido previamente

3. Concordância entre a apreciação e a produção

Primeira coluna

S – A apreciação realizada em relação ao critério assinalado está de acordo com a produção do aluno

N - A apreciação realizada em relação ao critério assinalado não está de acordo com a produção do aluno

Segunda coluna

S – A apreciação geral reflete a produção realizada (podendo ter sido ignorados erros ou lacunas pouco relevantes)

N - A apreciação realizada não reflete a produção realizada porque erros ou lacunas relevantes não foram assinaladas

Anexo 22 – Análise da reflexão sobre a primeira versão do relatório da primeira tarefa do Gustavo

Parte	Item	Final do relatório				
		Critérios apontados		Argumen- tação	Concordância com a produção	
		Pontos fortes	Pontos fracos			
Introdução	Objetivos	C	---	---	N	N
	Fundamentação teórica					
Planificação	Estratégias	---	C	---	S	N
Procedimento	Descrição	---	---	---	---	N
	Esquema	---	C	---	S	
Resultados	Registo de dados	C	---	---	S	N
	Tratamento de dados					
Conclusão	Conclusões	---	---	---	---	
	Comparação de resultados com previsões	---	C	---	N	N
	Identificação das fontes de erro	---	---	---	---	
	Explicação dos efeitos das fontes de erro	---	---	---	---	
Reflexão	Sugestões de alternativas	C	---	---	N	N
	Explicação das aprendizagens					
	Estrutura e apresentação	---	---	---	---	---

Anexo 23 – Análise da reflexão sobre a segunda versão do relatório da primeira tarefa do Gustavo

Parte	Item	Final do relatório				
		Critérios apontados		Argumen- tação	Concordância com a produção	
		Pontos fortes	Pontos fracos			
Introdução	Objetivos	C	---	---	N	N
	Fundamentação teórica					
Planificação	Estratégias	---	C	---	S	N
Procedimento	Descrição	---	---	---	---	S
	Esquema	---	C	---	S	
Resultados	Registo de dados	C	---	---	S	S
	Tratamento de dados					
Conclusão	Conclusões	---	---	---	---	
	Comparação de resultados com previsões	---	C	---	N	N
	Identificação das fontes de erro	---	---	---	---	
	Explicação dos efeitos das fontes de erro	---	---	---	---	
Reflexão	Sugestões de alternativas	C	---	---	N	N
	Explicação das aprendizagens					
	Estrutura e apresentação	---	---	---	---	---

Anexo 24 – Análise da reflexão sobre a primeira versão do relatório da segunda tarefa do Gustavo

Parte	Item	Final do relatório				
		Critérios apontados		Argumen- tação	Concordância com a produção	
		Pontos fortes	Pontos fracos			
Introdução	Objetivos	---	D	---	N	N
	Fundamentação teórica	---	---	---		
Planificação	Estratégias	---	D	---	S	N
	Previsão de resultados	---	---	---	---	
Procedimento	Descrição	---	---	---	---	
	Esquema	R	D	---	N S	N
Resultados	Registo de dados	C	---	---	S	N
	Tratamento de dados					
Conclusão & reflexão	Conclusões	---	---	---	---	
	Comparação de resultados com previsões	---	---	---	---	
	Identificação das fontes de erro	---	R	---	S	N
	Explicação dos efeitos das fontes de erro	✓	---	---	N	
	Sugestões de alternativas	---	---	---	---	
	Explicação das aprendizagens	---	---	---	---	
	Estrutura e apresentação	✓	---	---	---	N

Anexo 25 – Análise da reflexão sobre a segunda versão do relatório da segunda tarefa do Gustavo

Parte	Item	Final do relatório				
		Critérios apontados		Argumen- tação	Concordância com a produção	
		Pontos fortes	Pontos fracos			
Introdução	Objetivos	C	---	---	S	S
	Fundamentação teórica	---	---	---	---	---
Planificação	Estratégias	---	---	---	---	---
	Previsão de resultados	---	C	---	S	S
Procedimento	Descrição	---	---	---	---	---
	Esquema	---	---	---	---	---
Resultados	Registo de dados	Coe	D	✓	N S	N
	Tratamento de dados	C	---	✓	S	N
Conclusão & reflexão	Conclusões	---	---	---	---	---
	Comparação de resultados com previsões	---	---	---	---	---
	Identificação das fontes de erro	---	D	---	S	N
	Explicação dos efeitos das fontes de erro	---	---	---	---	---
	Sugestões de alternativas	---	---	---	---	---
	Explicação das aprendizagens	---	---	---	---	---
	Estrutura e apresentação	---	---	---	---	---

Anexo 26 – Análise da reflexão sobre a primeira versão do relatório da quarta tarefa do Gustavo

Parte	Item	Final do relatório				
		Critérios apontados		Argumen- tação	Concordância com a produção	
		Pontos fortes	Pontos fracos			
Introdução	Objetivos	✓	---	---	N	N
	Fundamentação teórica	---	---	---		
Planificação	Estratégias	C	---	---	S	N
	Previsão de resultados	---	R	---	N	
Procedimento	Descrição	C	---	---	S	S
	Esquema	✓	---	---	S	
Resultados	Registo de dados	O	---	---	S	S
	Tratamento de dados	R	---	---	S	N
Conclusão & reflexão	Conclusões		---	---	S	
	Comparação de resultados com previsões		---	---	S	
	Identificação das fontes de erro	C	---	---	S	N
	Explicação dos efeitos das fontes de erro		---	---	N	
	Sugestões de alternativas		---	---	S	
	Explicação das aprendizagens		---	---	N	
	Estrutura e apresentação	---	---	---	---	---

Anexo 27 – Análise da reflexão sobre a primeira versão do relatório da primeira tarefa da Sara

Parte	Item	Final do relatório				
		Critérios apontados		Argumen- tação	Concordância com a produção	
		Pontos fortes	Pontos fracos			
Introdução	Objetivos	---	D O	---	S N	N
	Fundamentação teórica					
Planificação	Estratégias	---	O	---	N	N
Procedimento	Descrição	---	D	---	S	N
	Esquema	---	---	---	---	---
Resultados	Registo de dados	---	O	---	N	N
	Tratamento de dados					
Conclusão	Conclusões	---		---		
	Comparação de resultados com previsões	---	C	---	S	S
	Identificação das fontes de erro	---		---		
	Explicação dos efeitos das fontes de erro	---		---		
Reflexão	Sugestões de alternativas	---	C D	---	S S	S
	Explicação das aprendizagens	---		---		
	Estrutura e apresentação	O	---	---	S	S

Anexo 28 – Análise da reflexão sobre a segunda versão do relatório da primeira tarefa da Sara

Parte	Item	Final do relatório				
		Critérios apontados		Argumen- tação	Concordância com a produção	
		Pontos fortes	Pontos fracos			
Introdução	Objetivos	C	---	---	S	S
	Fundamentação teórica	D	---	---	S	S
Planificação	Estratégias	C	---	---	N	N
	Previsão de resultados	A	---	---	N	N
Procedimento	Descrição	C	D	---	S	N
	Esquema	C	---	---	N	N
Resultados	Registo de dados	O	---	---	S	S
	Tratamento de dados	O	---	---	S	S
Conclusão	Conclusões	C	---	---	S	N
	Comparação de resultados com previsões	D	---	---	S	N
	Identificação das fontes de erro	O	---	---	S	N
	Explicação dos efeitos das fontes de erro	---	---	---	---	---
Reflexão	Sugestões de alternativas	C	---	---	N	N
	Explicação das aprendizagens	D	---	---	N	N
	Estrutura e apresentação	O	---	---	S	S

Anexo 29 – Análise da reflexão sobre a primeira versão do relatório da segunda tarefa da Sara

Parte	Item	Final do relatório				
		Critérios apontados		Argumen- tação	Concordância com a produção	
		Pontos fortes	Pontos fracos			
Introdução	Objetivos	---	R	---	S	N
	Fundamentação teórica	---	C	---	S	
Planificação	Estratégias	---	---	---	---	---
	Previsão de resultados	---	---	---	---	---
Procedimento	Descrição	---	D	---	S	N
	Esquema	---	---	---	---	---
Resultados	Registo de dados	---	O	✓	S	N
	Tratamento de dados					
Conclusão & reflexão	Conclusões	---	---	---	---	---
	Comparação de resultados com previsões	---	---	---	---	---
	Identificação das fontes de erro	---	---	---	---	---
	Explicação dos efeitos das fontes de erro	---	---	---	---	---
	Sugestões de alternativas	---	---	---	---	---
	Explicação das aprendizagens	---	---	---	---	---
	Estrutura e apresentação	O	---	---	S	S

Anexo 30 – Análise da reflexão sobre a primeira versão do relatório da quarta tarefa da Sara

Parte	Item	Final do relatório				
		Critérios apontados		Argumen- tação	Concordância com a produção	
		Pontos fortes	Pontos fracos			
Introdução	Objetivos	Coe C D C	---	---	N S S S S S S	S
	Fundamentação teórica	C	A	---	S S S S S S S	
Planificação	Estratégias	Coe C O	---	---	N S S	N
	Previsão de resultados	---	---	---	---	---
Procedimento	Descrição	---	---	---	---	---
	Esquema	---	---	---	---	---
Resultados	Registo de dados	---	---	---	---	---
	Tratamento de dados	---	---	---	---	---
Conclusão & reflexão	Conclusões		---	---		
	Comparação de resultados com previsões		---	---		
	Identificação das fontes de erro	C	---	---	S	N
	Explicação dos efeitos das fontes de erro		---	---		
	Sugestões de alternativas		---	---		
	Explicação das aprendizagens		---	---		
	Estrutura e apresentação	---	---	---	---	---